



Next Generation Train (NGT) Mit 400 km/h durch Europa

TU Berlin Eisenbahnwesenseminar
7. Mai 2012

Dipl.-Ing. Tilo Schumann
DLR Institut für Verkehrssystemtechnik, Braunschweig



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Übersicht

- Kurzvorstellung DLR, Institut, Projekt NGT
- Betriebskonzept - Ziele und Vorgehen
- Modell für Europa 2010
- Szenario für Europa 2025
- Szenario für flächendeckendes HGV-Netz





➤ **Kurzvorstellung DLR, Institut, Projekt NGT**

- Betriebskonzept - Ziele und Vorgehen
- Modell für Europa 2010
- Szenario für Europa 2025
- Szenario für flächendeckendes HGV-Netz

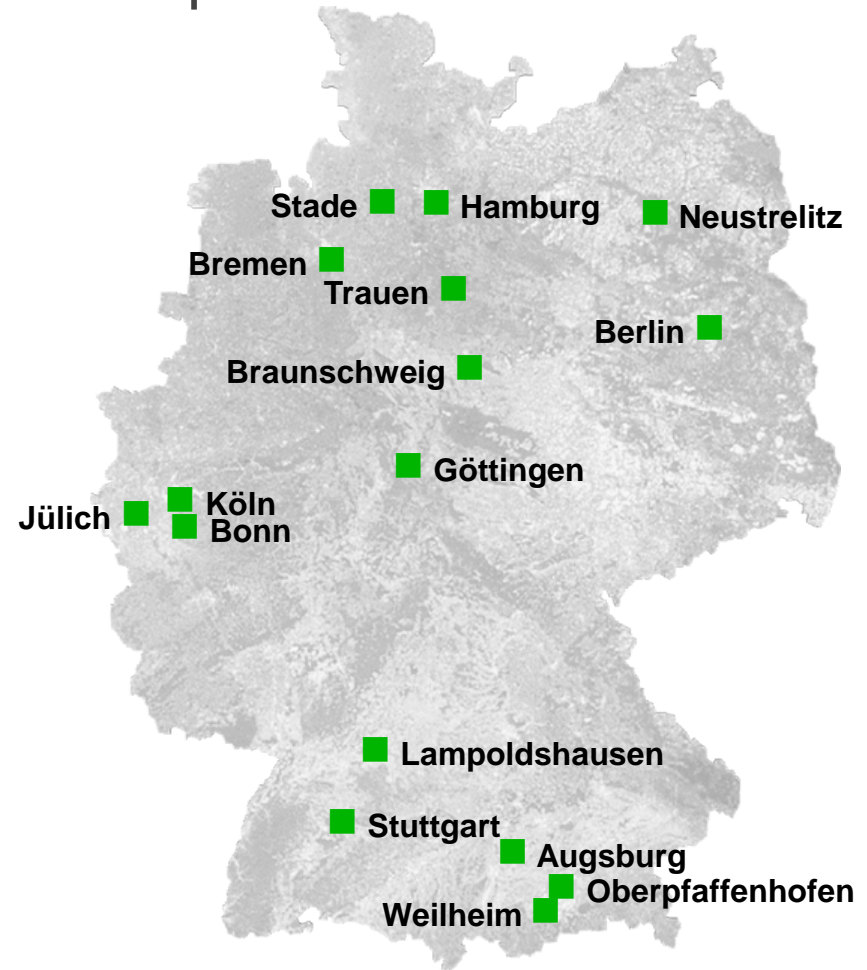




DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

... besitzt einen Forschungsschwerpunkt Verkehr

- 7.000 Mitarbeiter
- 32 Forschungsinstitute und Einrichtungen
- 16 Standorte in D
- Büros in Brüssel, Paris und Washington
- Budget 2010: 1,8 Mrd. €
 - Weltraum (53%)
 - Luftfahrt (32%)
 - Energie (8%)
 - Verkehr (7%)
 - Sicherheit





Institut für Verkehrssystemtechnik (TS)

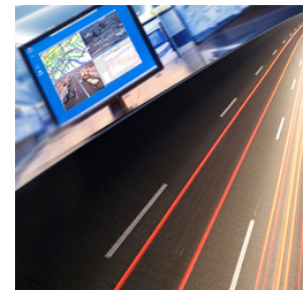
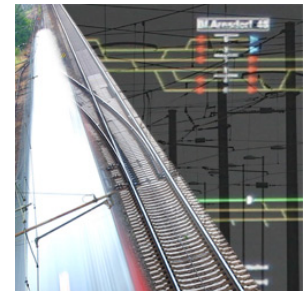
Sitz: Braunschweig, Berlin
Seit: 2001
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer
Mitarbeiter: Momentan rund 120 Mitarbeiter aus
verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen

Aufgabenspektrum

- Grundlagenforschung
- Erstellen von Konzepten und Strategien
- Prototypische Entwicklungen

Forschungsgebiete

- Automotive
- Bahnsysteme
- Verkehrsmanagement





Institut für Verkehrssystemtechnik

Bereich Bahnsysteme



Betriebsführung

- Life-Cycle-Management
- Migration
- Sicherheit
- Betriebsführung
- Betriebswissenschaftliche Untersuchungen



Bahntechnik

- ETCS
- Zugbeeinflussung
- Stellwerke
- RailSiTe
- Testdurchführung
- Testoptimierung





Projekt Next Generation Train

Ziele

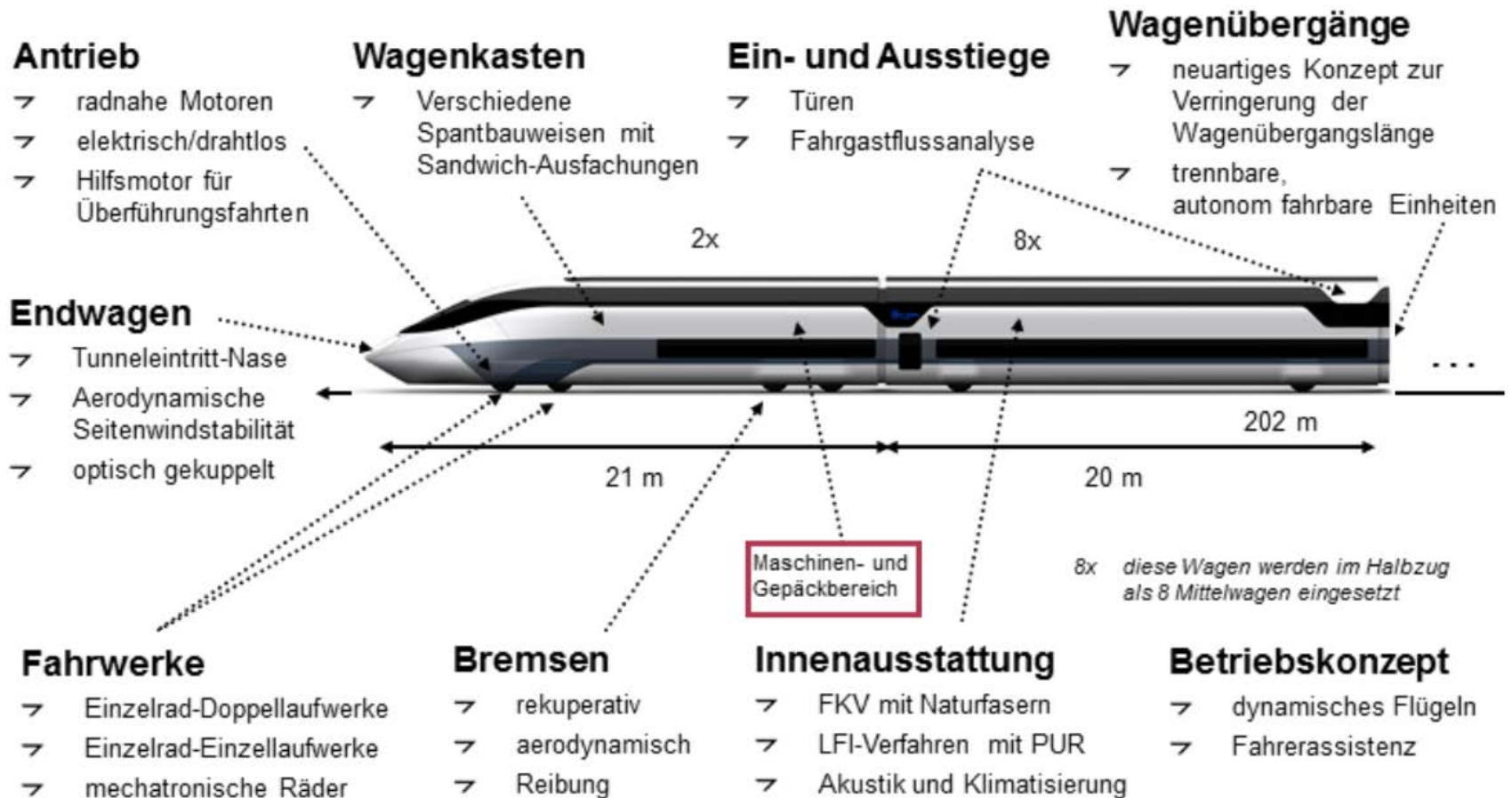
- Innovatives Schienenfahrzeugkonzept
 - Betriebsgeschwindigkeit 400 km/h
 - 50% weniger Energieverbrauch pro Fahrgast ggü. ICE3 bei 300 km/h
 - Einzelrad-Einzellaufwerke (4 Räder pro Wagen)
 - Leichtbau (Faserkunststoffverbundbauweise)
 - Berührungslose Energieübertragung
 - Verbesserung Fahrgastkomfort (Lärm und Erschütterungen)





Projekt Next Generation Train

Fahrzeugkonzept





- Kurzvorstellung DLR, Institut, Projekt NGT
- **Betriebskonzept - Ziele und Vorgehen**
- Modell für Europa 2010
- Szenario für Europa 2025
- Szenario für flächendeckendes HGV-Netz





Betriebskonzept

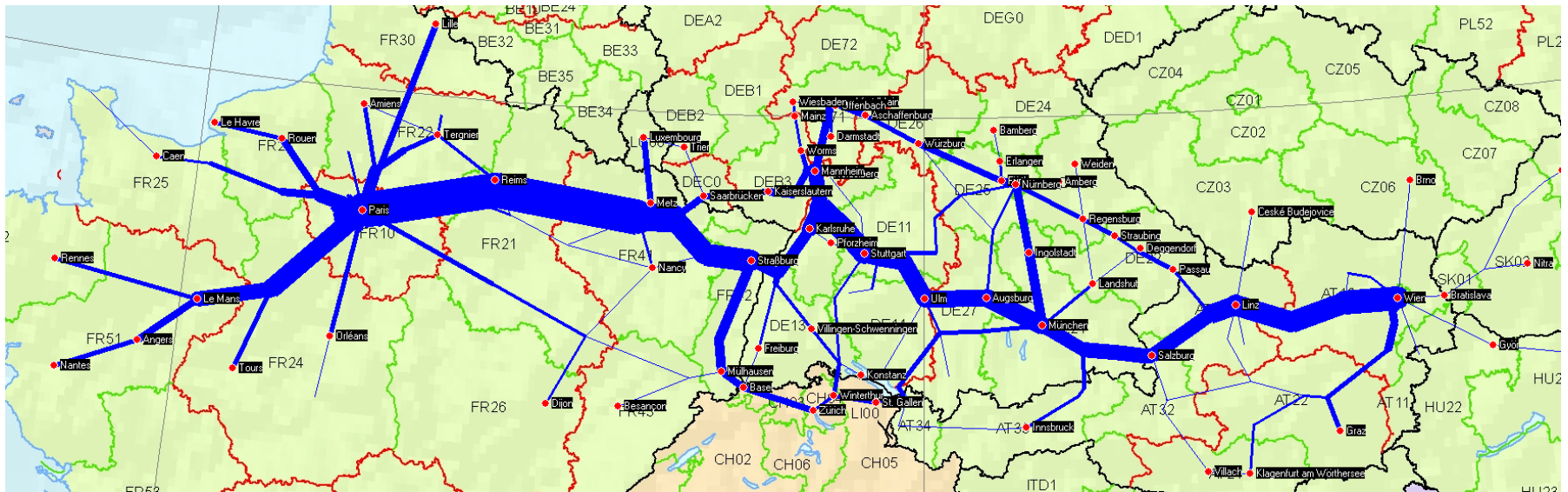
Ziele

- Andere DLR-Institute beschäftigen sich mit der technischen Konzeption des Zuges
- Institut TS beschäftigt sich mit betrieblichen Fragen
- Erstellung von Betriebskonzepten, um Nutzen des NGT in konkreten Fällen zu untersuchen
- Berechnung der potenziellen Fahrgastzahlen
- Erstellung exemplarisches Liniennetz und Fahrplan
- Bereitstellung von Daten für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Rückkopplung auf das Zugkonzept



Referenzstrecke Paris-Wien

- Erste detaillierte betriebliche Betrachtung eines NGT-Einsatzes
- 3 Szenarien:
 - neue Strecke mit 6 Halten,
 - neue Strecke mit 10 Halten,
 - Nutzung vorhandener SFS





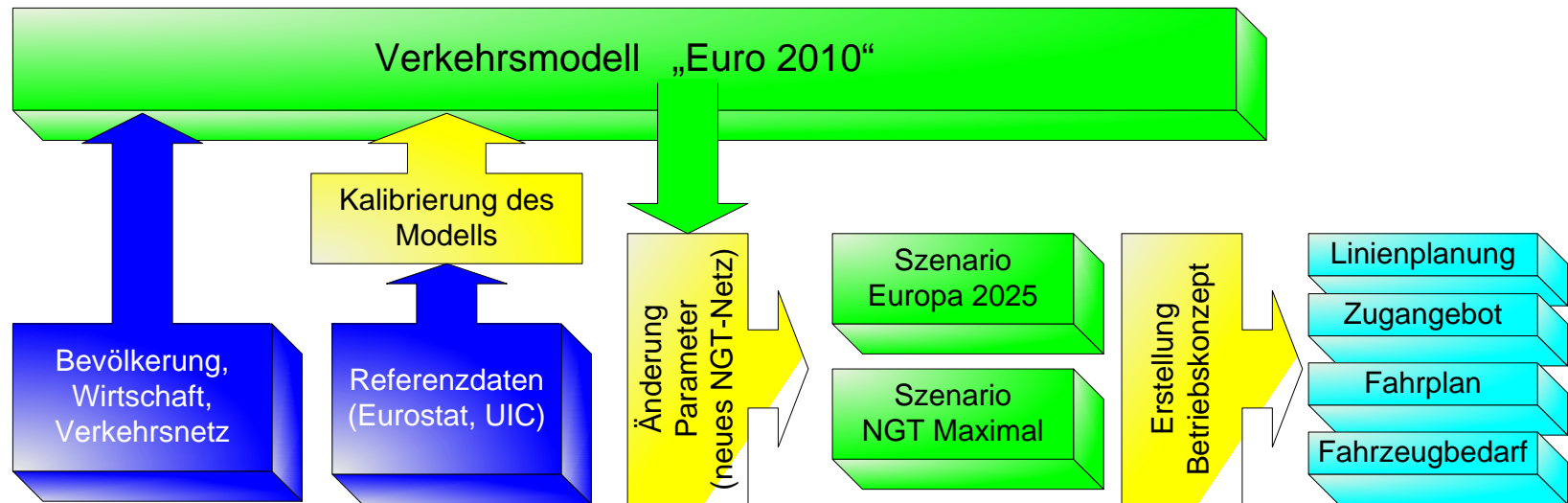
Referenzstrecke Paris-Wien

Ergebnisse

	Ist-Zustand	NGT_6	NGT_10	NGT_HGV
Streckenlänge [km]	1324	1145	1180	1224
Fahrzeit [h:min]	11:00	3:47	4:27	5:14
Mittl. Geschw. [km/h]	96	274	233	196
Spez. Energieverbrauch [Wh/km/Sitzplatz]	-	39,3	40,1	29,4
Fahrgastzahl auf Referenzstrecke [Mio./a]		59,8	76,7	52,1
Verkehrsleistung Referenzstrecke [Mrd. Pkm/a]	10,6	23,2	23,4	18,5
Mittl. Reisegeschw. aller Fahrten [km/h]	99	150	158	126
Theor. Anzahl NGT-Einheiten	-	38	40	41
NGT-Einheiten bei max. 600.000 km/a/Einheit		71	73	58
Sitzplatzauslastung	-	68%	69%	67%



Betriebskonzept Vorgehen





Vorgehen

Grundsätze für die Erstellung des Modells

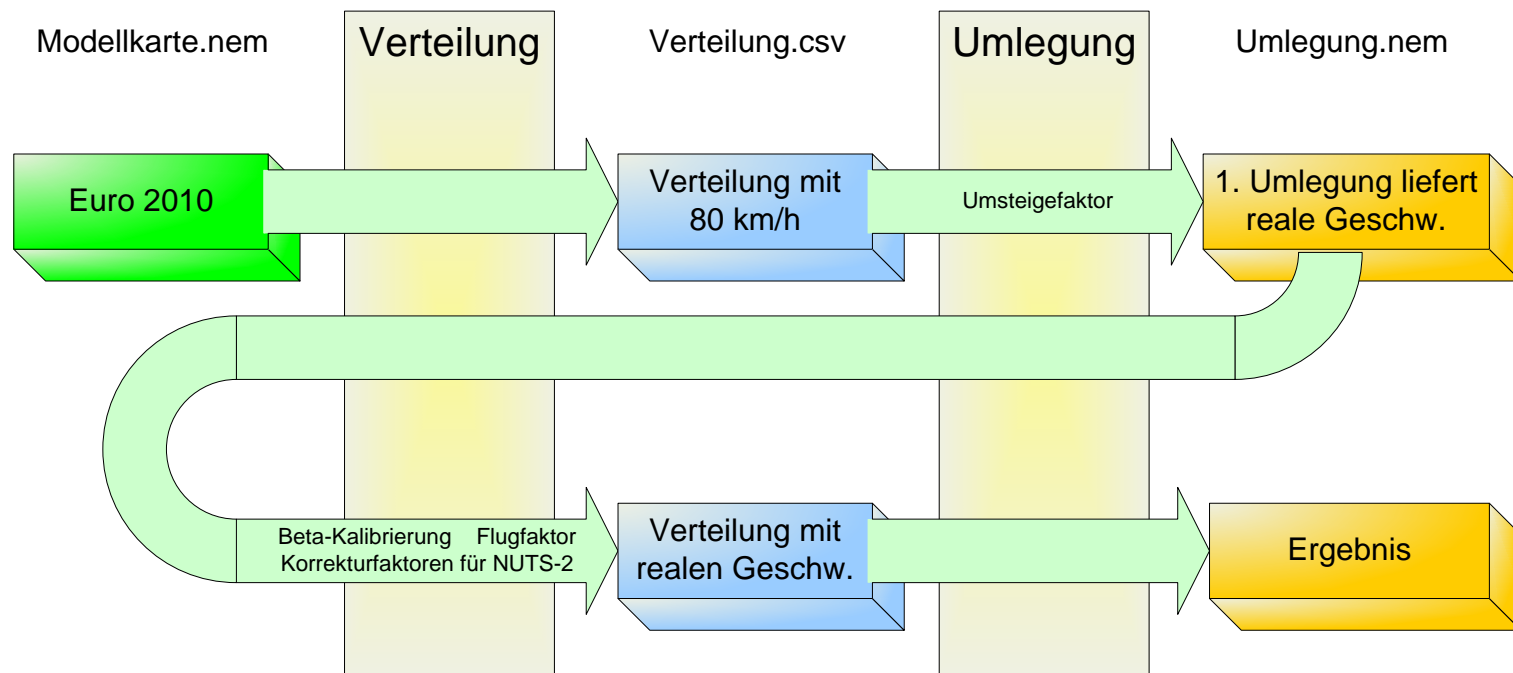
- Betrachtung aller Länder Europas (außer östliche Länder wie Russland, Weißrussland, Ukraine, Moldawien sowie Inselstaaten)
- Verkehrszellen entsprechen NUTS-2 (Eurostat-Daten)
- Modell basiert auf Städten → Ergebnisse sind daher feiner als bei reiner Betrachtung auf Verkehrszellenebene
- Verwendung von Korrekturfaktoren auf Verkehrszellenebene, um regionale Besonderheiten im Modell zu berücksichtigen
- Alle Städte ab 80.000 Einwohnern integriert + weitere, wenn Mindestquote in Verkehrszelle nicht erreicht wird (z.B. Schweiz)
- Verwendung der Wirtschaftskraft in Form des BIP/Kopf in €-Kaufkraftstandard
- Alle erforderlichen Bahnstrecken mit Liniennetz und Fahrzeit nach Zuggattung hinterlegt
- Nur Fernverkehr berechnet (alle Reisen ab 50 km Luftlinie)



Vorgehen

Kalibrierung des Modells und Verkehrsverteilung

- Verwendung eines Gravitationsmodells zur Berechnung der Verkehrsverteilung
- Beta-Kalibrierung, NUTS-2-Korrekturen, Flugfaktor
- Quelle-Ziel-Matrizen zu Bahnfahrern von Eurostat für 2005





Vorgehen

Verkehrsumlegung

- Routenwahl:
 - Linienorientiert, aber fahrplanunabhängig
 - Umsteigewiderstandsfaktor (UF): Vermeidung der schnellsten Verbindungen, wenn zu oft umgestiegen werden muss

Münster - Mannheim	UF 1: über Wuppertal / SFS 2x umsteigen 3 h 07	UF 5: über Düsseldorf / SFS 1x umsteigen 3 h 15	UF 20: durch das Rheintal Umsteigefrei 4 h 20
-------------------------------	---	--	--

- Reisezeitermittlung:
 - Mittlere Zu- und Abgangszeiten in den Städten
 - Annahme von Umsteigezeiten von 5 Minuten in meisten Bahnhöfen
 - ➔ flächendeckende Umsetzung des ITF ist quasi unterstellt
 - Größere Umsteigezeiten in Metropolen
 - Größte Umsteigezeiten in London und Paris (Wechsel des Kopfbahnhofes)



- Kurzvorstellung DLR, Institut, Projekt NGT
- Betriebskonzept - Ziele und Vorgehen
- **Modell für Europa 2010**
- Szenario für Europa 2025
- Szenario für flächendeckendes HGV-Netz





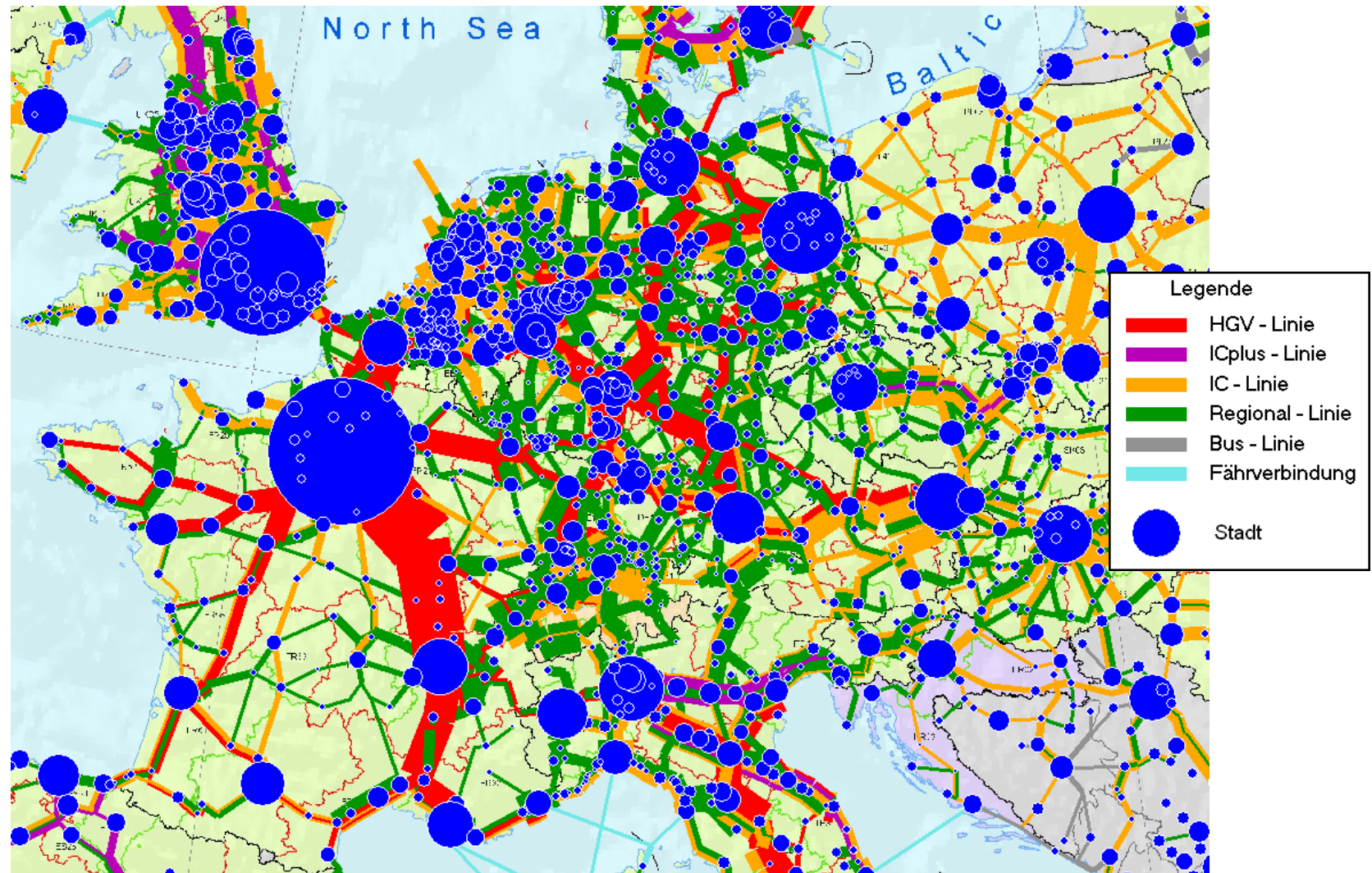
Modellnetz 2010

Kennzahlen

- 2.700 Orte
- 237 Mio. Einwohner erfasst → 45% der Bevölkerung
- Streckennetzlänge nach Zuggattung:
 - Hochgeschwindigkeit: 20.100 km
 - Intercity Plus: 7.300 km
 - Intercity: 72.600 km
 - Regionalverkehr: 79.400 km
- Insgesamt ca. 2000 Linien
- Lücken ggf. mit Schiff und Bus geschlossen



Modellnetz 2010

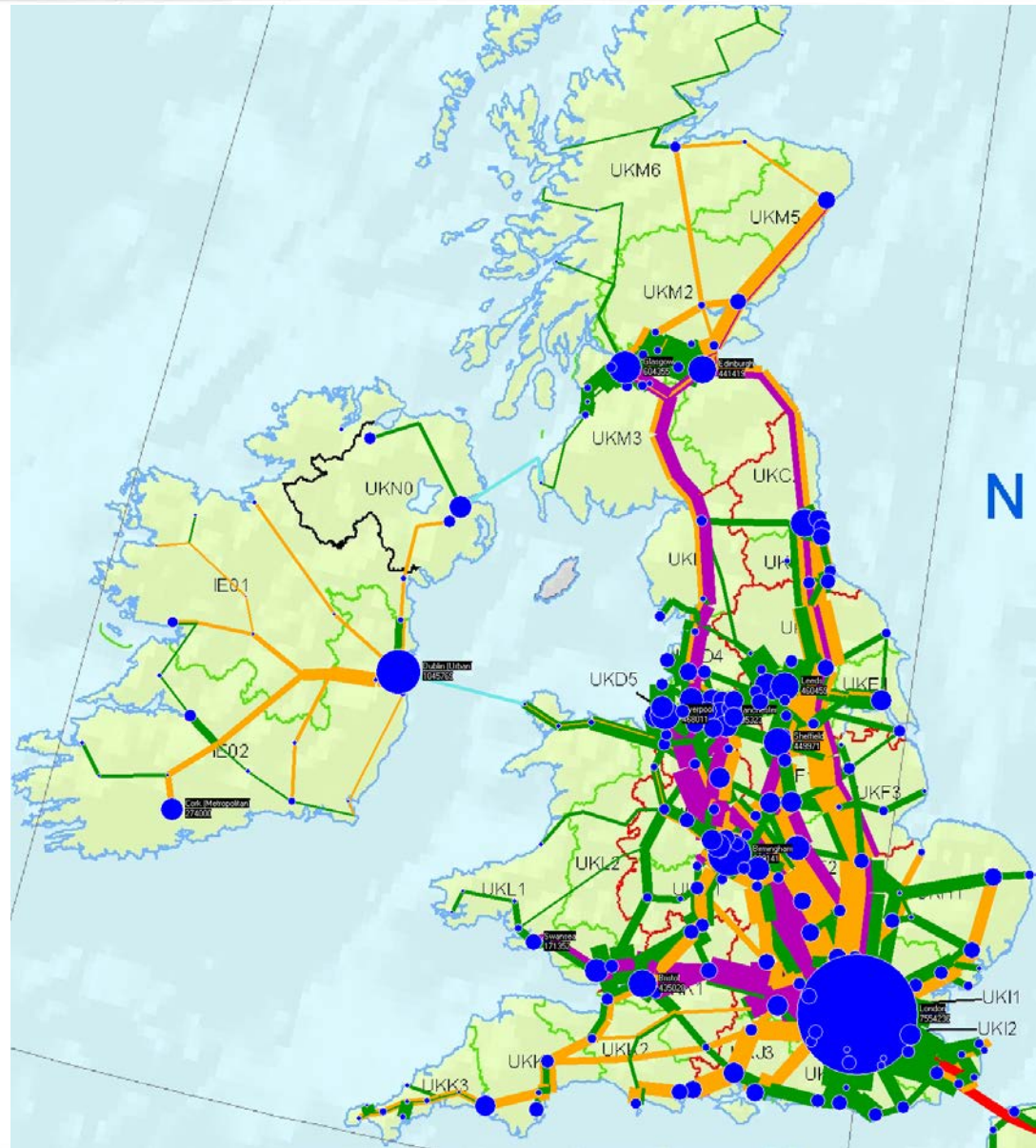




Modellnetz 2010

Bsp. Großbritannien

- 203 Städte mit 32 Mio. Einwohnern erfasst
- Wichtigste Strecken: Nord-Süd-Main Lines sowie weitere Londoner Radialstrecken
- Auf den Hauptstrecken dichte Takte im Fernverkehr (z.B. alle 20 min London-Manchester)
- Taktdichte auf ähnlichem Niveau wie Schweiz und Niederlande
- Fernlinien haben wenig Zwischenhalte (z.B. London-Schottland)

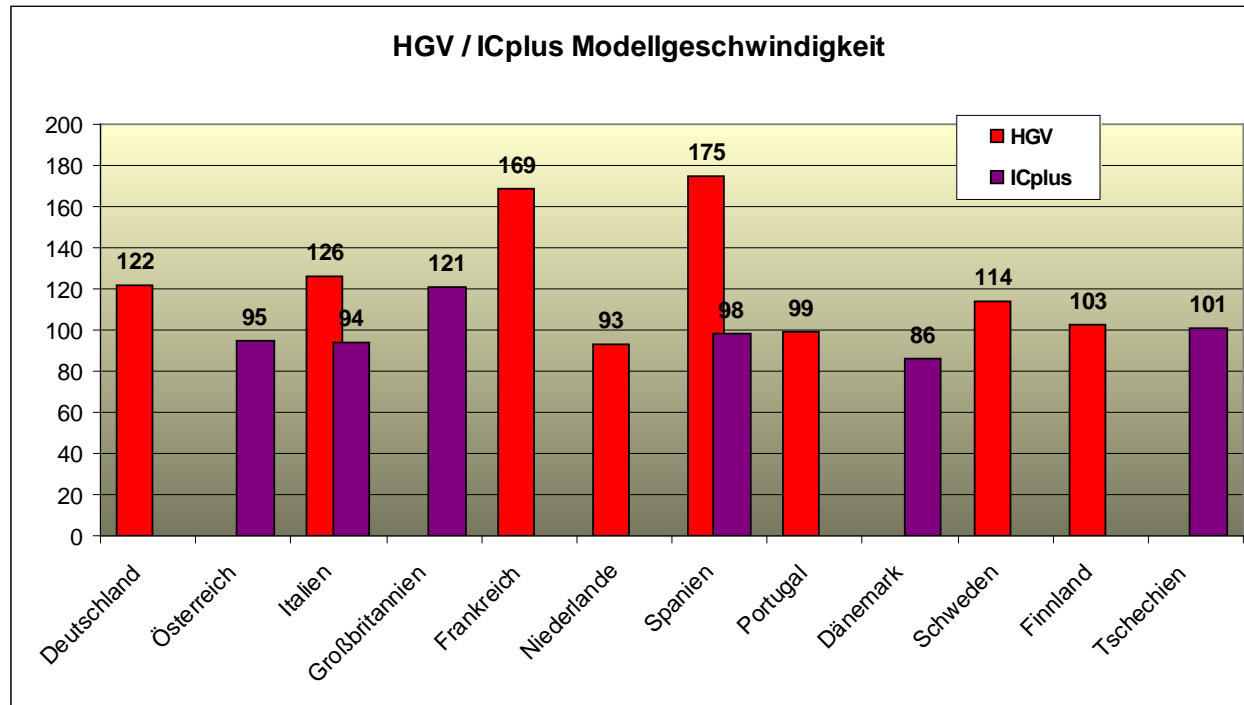




Modellnetz 2010

Modellgeschwindigkeiten

- Höchste Geschw. in Spanien und Frankreich
- Großbritannien erreicht fast gleiche Geschw. wie ICE in Deutschland, obwohl es sich beim Fernverkehr auf den Main Lines nicht um HGV handelt („ICplus“)





Modell 2010

Kalibrierung Deutschland

- SPFV [BNetzA]:
 - 126 Mio. Fg. (2010)
 - 36 Mrd. Pkm (2010)
- Modell Euro 2010:
 - 153 Mio. Fg./Jahr
 - 46,4 Mrd. Pkm/Jahr

NUTS-2-Gebiet	Korrekturfaktor
DE50 Bremen	0,45
DEA1 Düsseldorf	0,48
DEA5 Arnsberg	0,50
DE11 Stuttgart	0,60
DE25 Mittelfranken	0,60
DE60 Hamburg	0,60
DEA3 Münster	0,75
DE12 Karlsruhe	0,80
DE91 Braunschweig	0,80
DEA4 Detmold	0,80
DEB3 Rheinhessen-Pfalz	0,80
DEA2 Köln	0,83
DE23 Oberpfalz	0,90
DE27 Schwaben	0,90
DE42 Brandenburg - Südwest	0,90
DEC0 Saarland	0,90
DE13 Freiburg	1,00
DE24 Oberfranken	1,00
DE94 Weser-Ems	1,00
DED1 Chemnitz	1,00

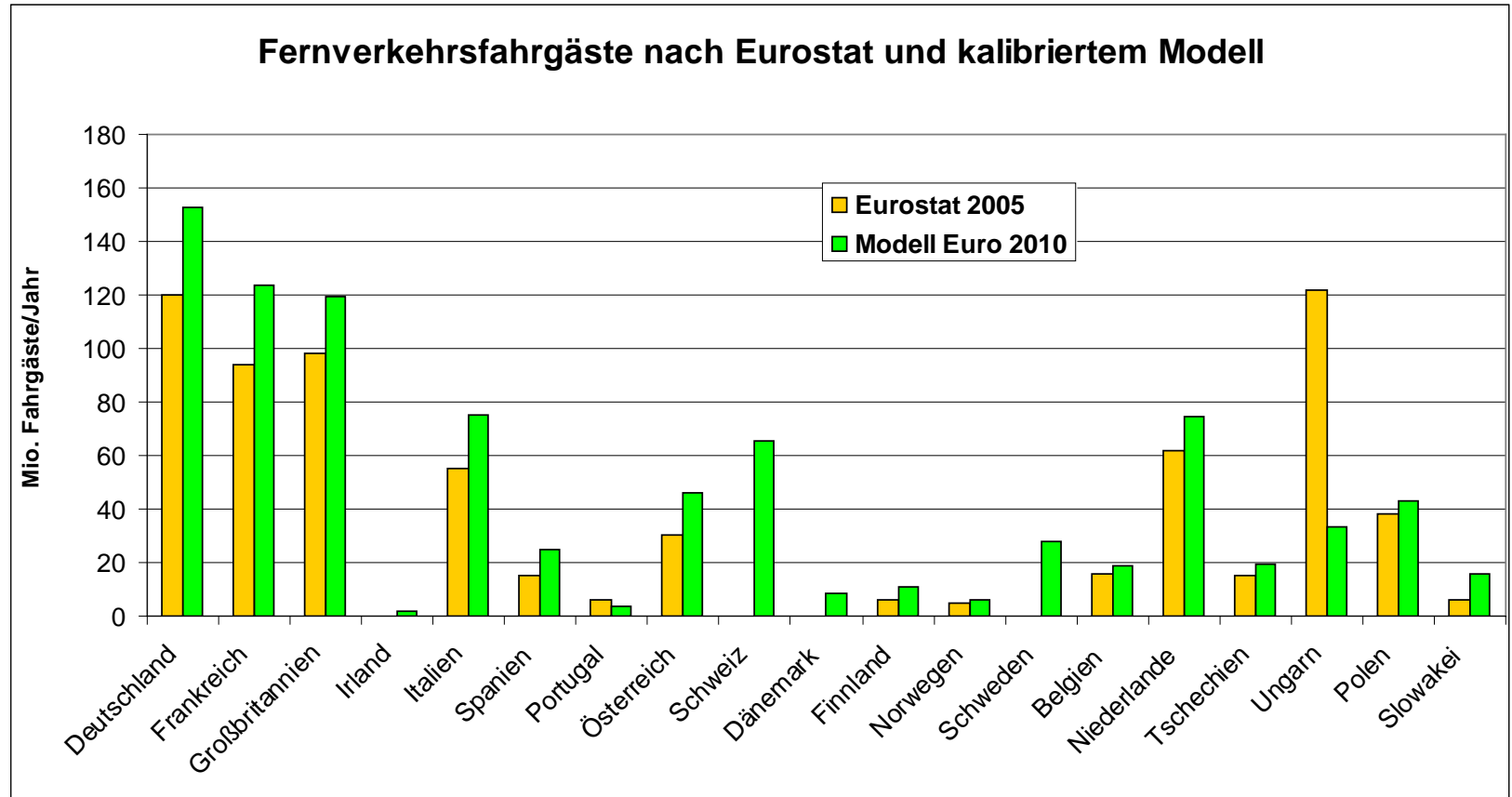
DEE1 Sachsen-Anhalt	1,00
DEE2 Sachsen-Anhalt	1,00
DEG0 Thüringen	1,00
DE71 Darmstadt	1,03
DE14 Tübingen	1,10
DE72 Gießen	1,10
DE21 Oberbayern	1,20
DE26 Unterfranken	1,20
DE73 Kassel	1,20
DE92 Hannover	1,20
DED3 Leipzig	1,20
DEE3 Sachsen-Anhalt	1,20
DE93 Lüneburg	1,30
DEB1 Koblenz	1,30
DE30 Berlin	1,33
DE22 Niederbayern	1,40
DEF0 Schleswig-Holstein	1,45
DE41 Brandenburg - Nordost	1,50
DED2 Dresden	1,50
DE80 Mecklenburg-Vorpommern	2,20
DEB2 Trier	3,00





Modell 2010

Fahrgastzahlen im Vergleich zu Eurostat





Modell 2010

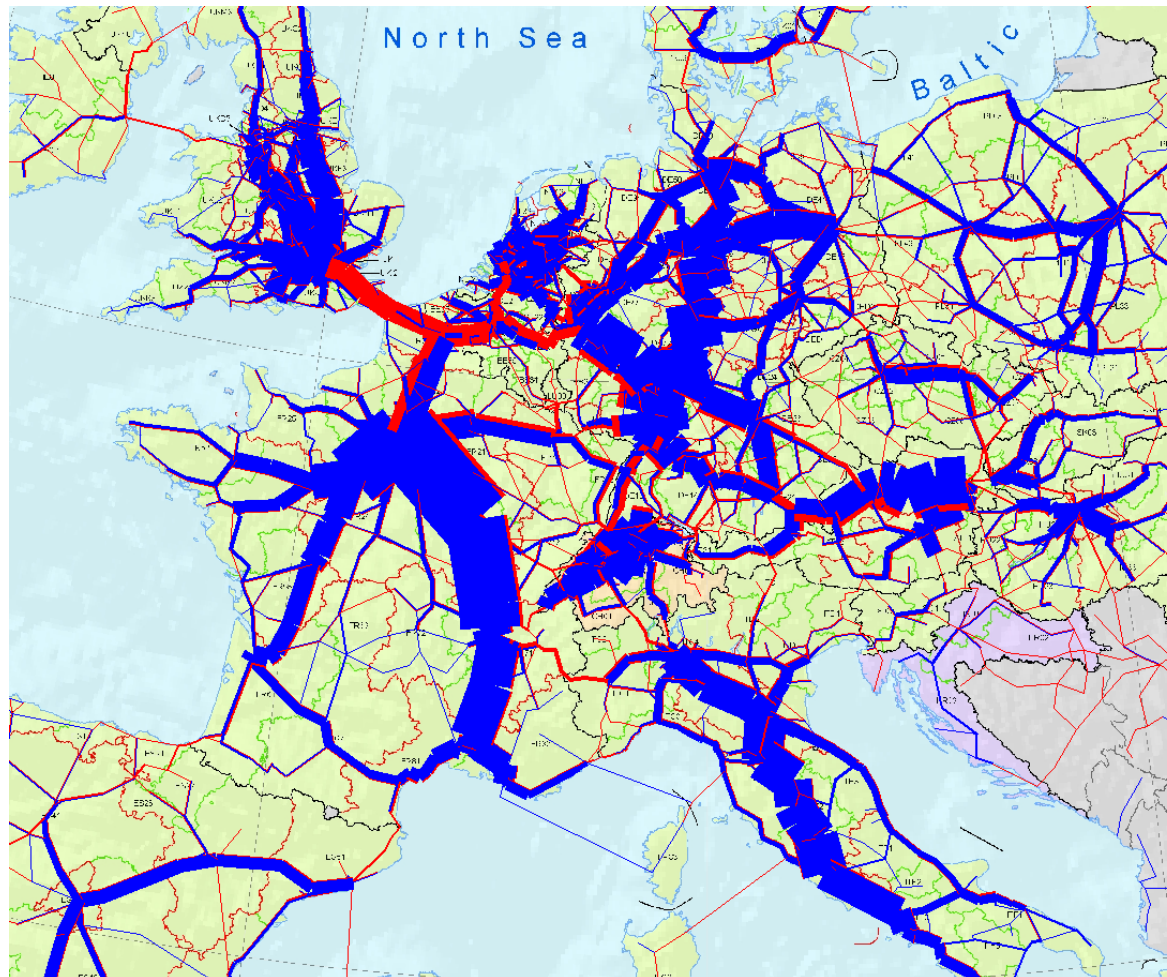
Kalibrierung internationaler Fernverkehr

Kategorie	Beschreibung	Beispiele
1,22 FF	Verkehr stärker als der innerdeutsche, Abschwächung des Flugfaktors	Tschechien-Slowakei
1,312	Verkehr entspricht dem innerdeutschen	Deutschland-Österreich Ungarn-Slowakei
1,5	Engere Verkehrsbeziehungen als in Westeuropa üblich	Deutschland-Schweiz Frankreich-Italien
1,607	Standardwert internationaler Verbindungen in Westeuropa	Deutschland-Italien Spanien-Frankreich
1,607 FF	Abschwächung des Flugfaktors	Österreich-Italien Deutschland-Ungarn
1,7	Verkehr schwächer als zu erwarten	Deutschland-Frankreich Belgien-Niederlande
1,8	Verkehr deutlich schwächer als zu erwarten	Deutschland-Niederlande Frankreich-Großbritannien



Modell 2010

Streckenbelastungen



- 1 Mio. Fg./Jahr
- 10 Mio. Fg./Jahr
- Nationaler Verkehr
- Internationaler Verkehr





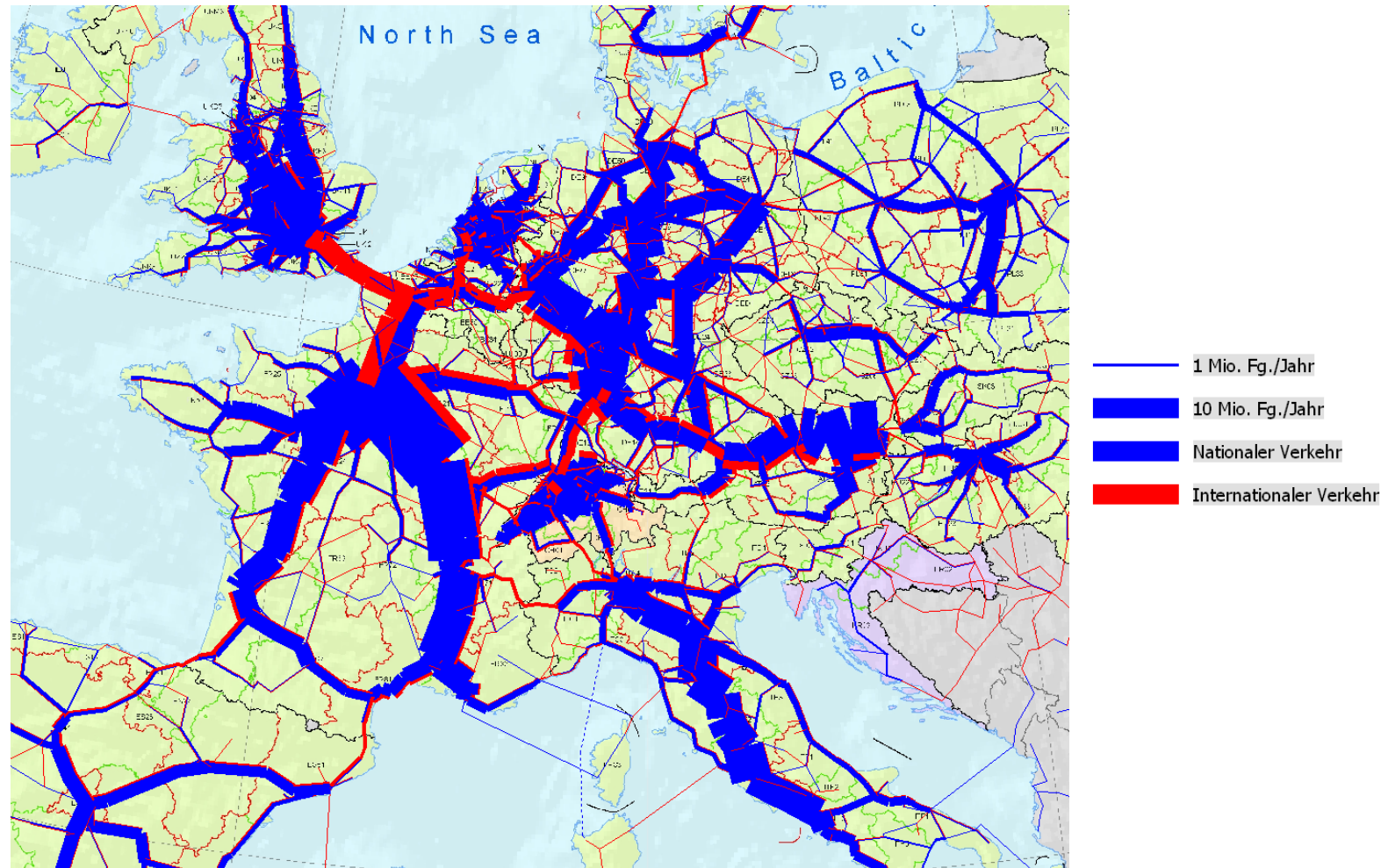
- Kurzvorstellung DLR, Institut, Projekt NGT
- Betriebskonzept - Ziele und Vorgehen
- Modell für Europa 2010
- **Szenario für Europa 2025**
- Szenario für flächendeckendes HGV-Netz





Szenario Europa 2025

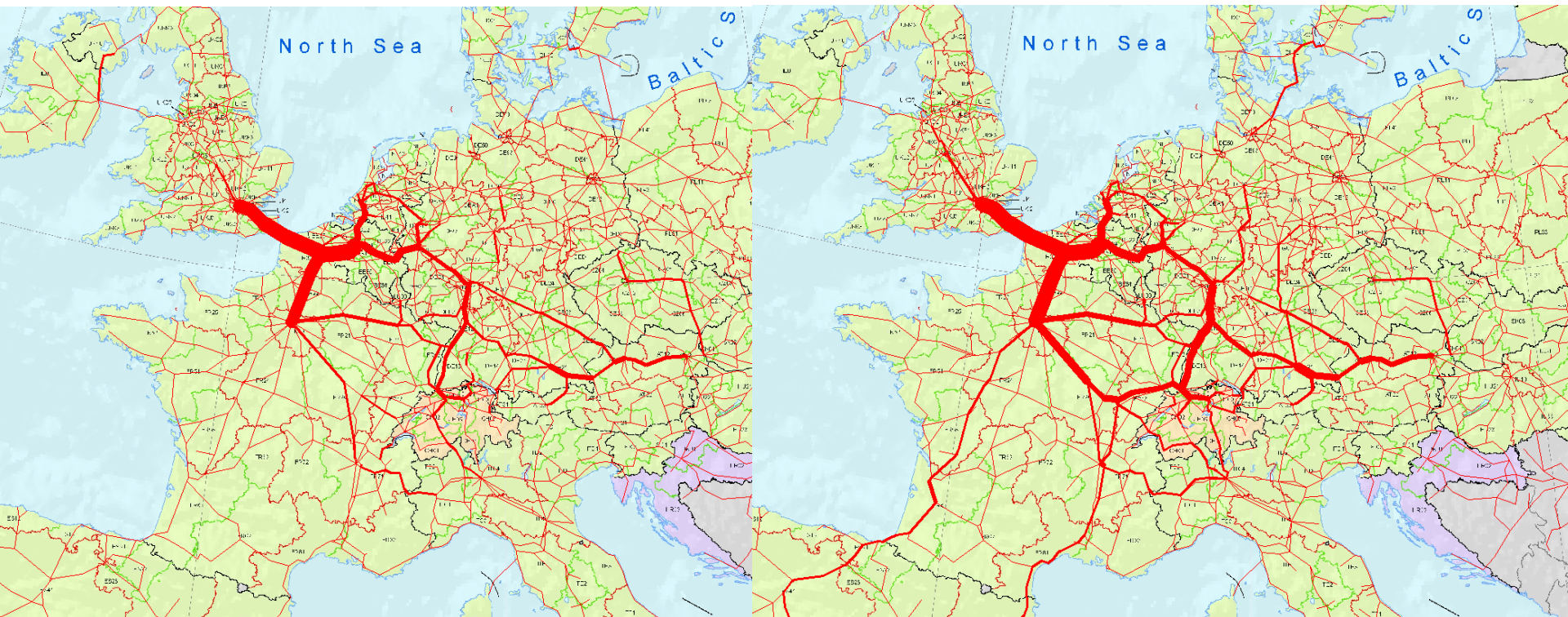
Streckenbelastungen





Szenario Europa 2025

Entwicklung des internationalen Verkehrs



2010

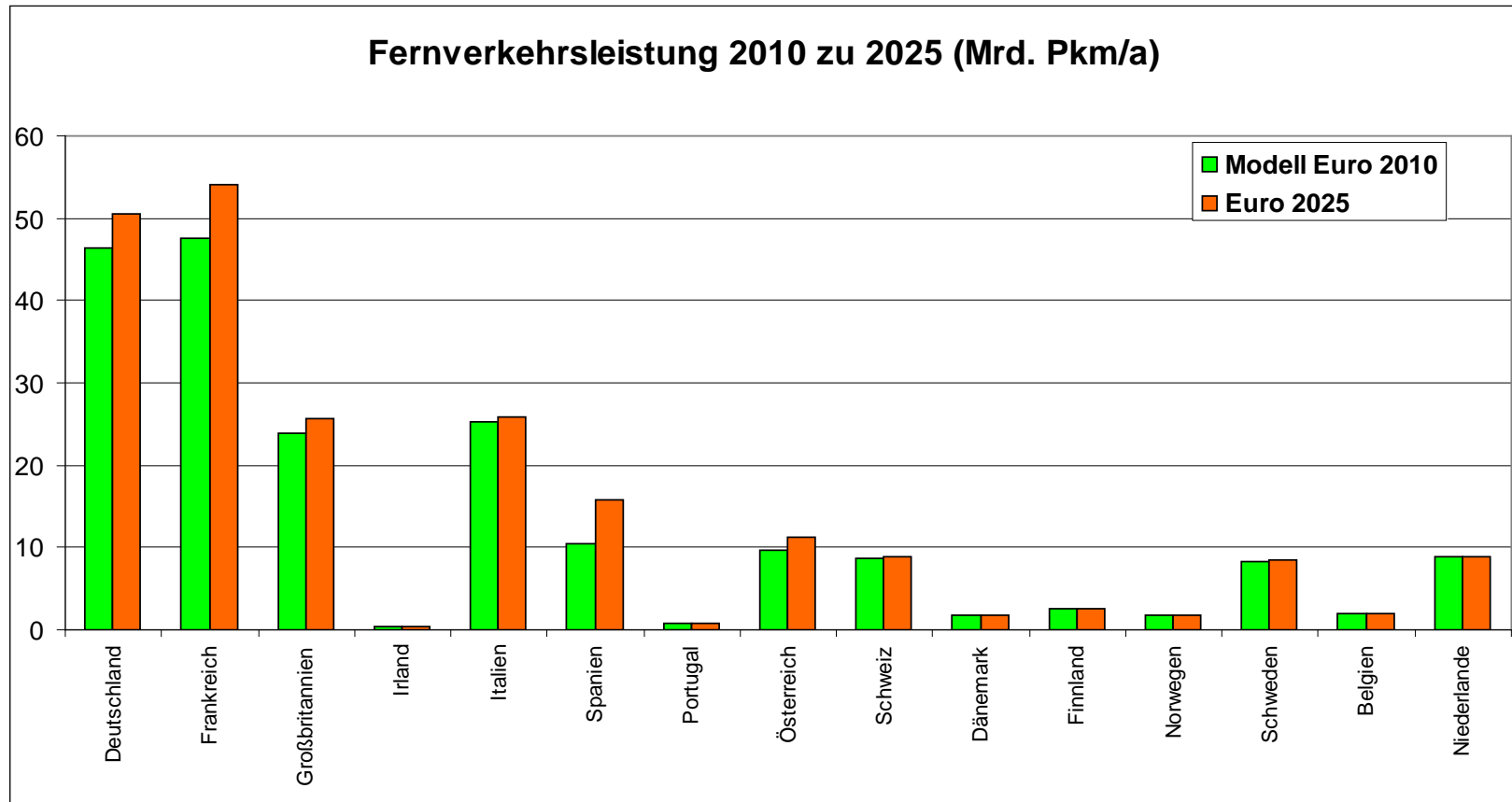
2025





Szenario Europa 2025

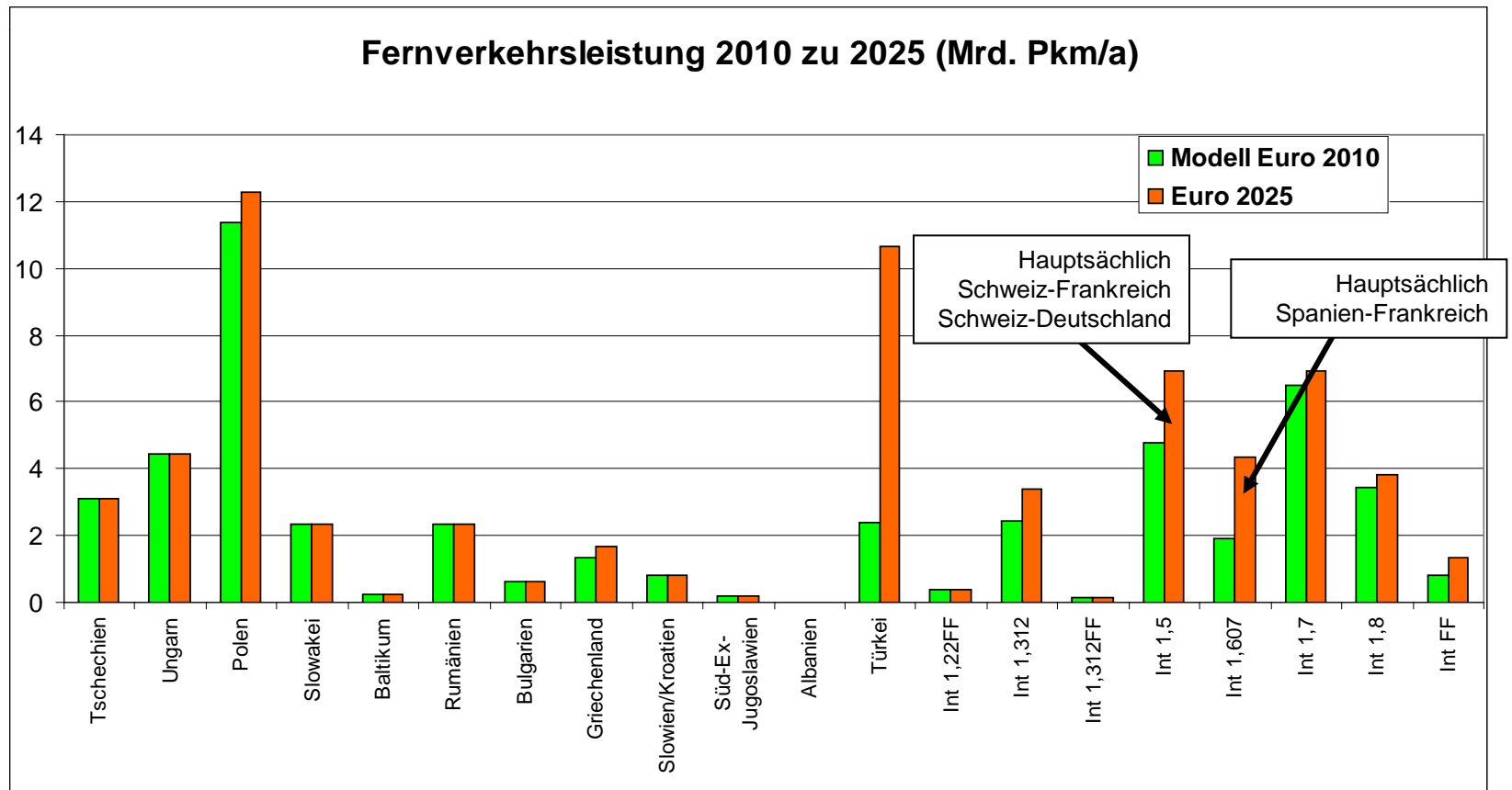
Verkehrsleistung SPFV





Szenario Europa 2025

Verkehrsleistung SPFV



Int1,5: hauptsächlich Schweiz-Frankreich / Schweiz-Deutschland

Int1,607: hauptsächlich Spanien-Frankreich





- Kurzvorstellung DLR, Institut, Projekt NGT
- Betriebskonzept - Ziele und Vorgehen
- Modell für Europa 2010
- Szenario für Europa 2025
- **Szenario für flächendeckendes HGV-Netz**



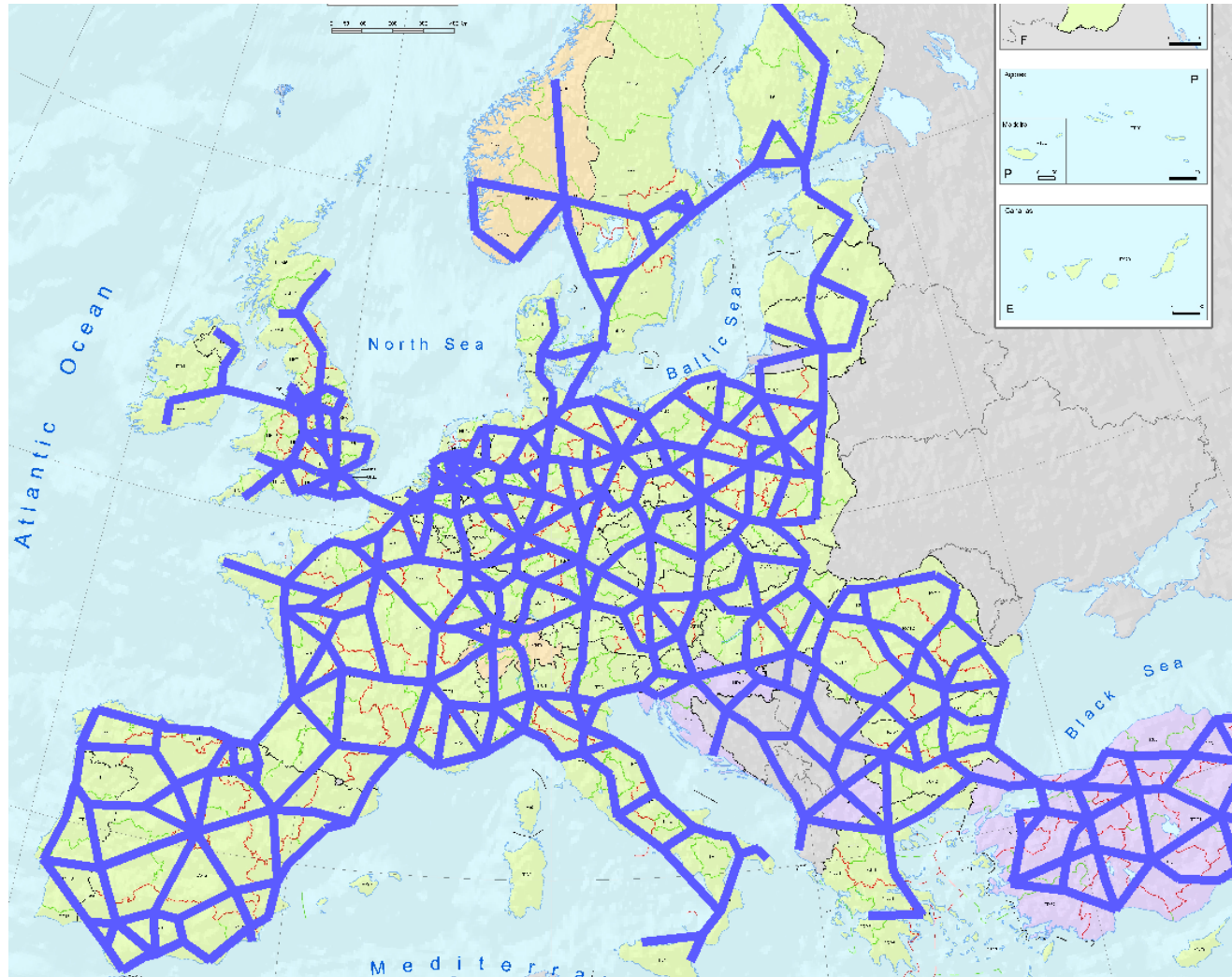


Szenario NGT Maximalnetz

- Fragestellung:
 - Was wäre, wenn es ein flächendeckendes HGV-Netz in Europa für 400 km/h gäbe?
- Erstellung eines imaginären HGV-Netzes nach folgenden Regeln:
 - Alle Städte ab 500.000 Ew. erhalten Direktanschluss
 - Alle Städte ab 200.000 Ew. mit Anschluss in max. 50 km Entf.
 - Alle Städte ab 80.000 Ew. mit Anschluss in max. 100 km Entf.
 - Parallele Strecken sollen mind. 100 km voneinander entfernt liegen
 - Mindesthalteabstand 50 km
 - Maximaler Umwegfaktor: 1,5
 - Austrittswinkel aus Städten mind. 30°, sonst Streckenbündelung
 - Anbindung Innenstadtbahnhöfe, Langsamfahrt im Stadtgebiet

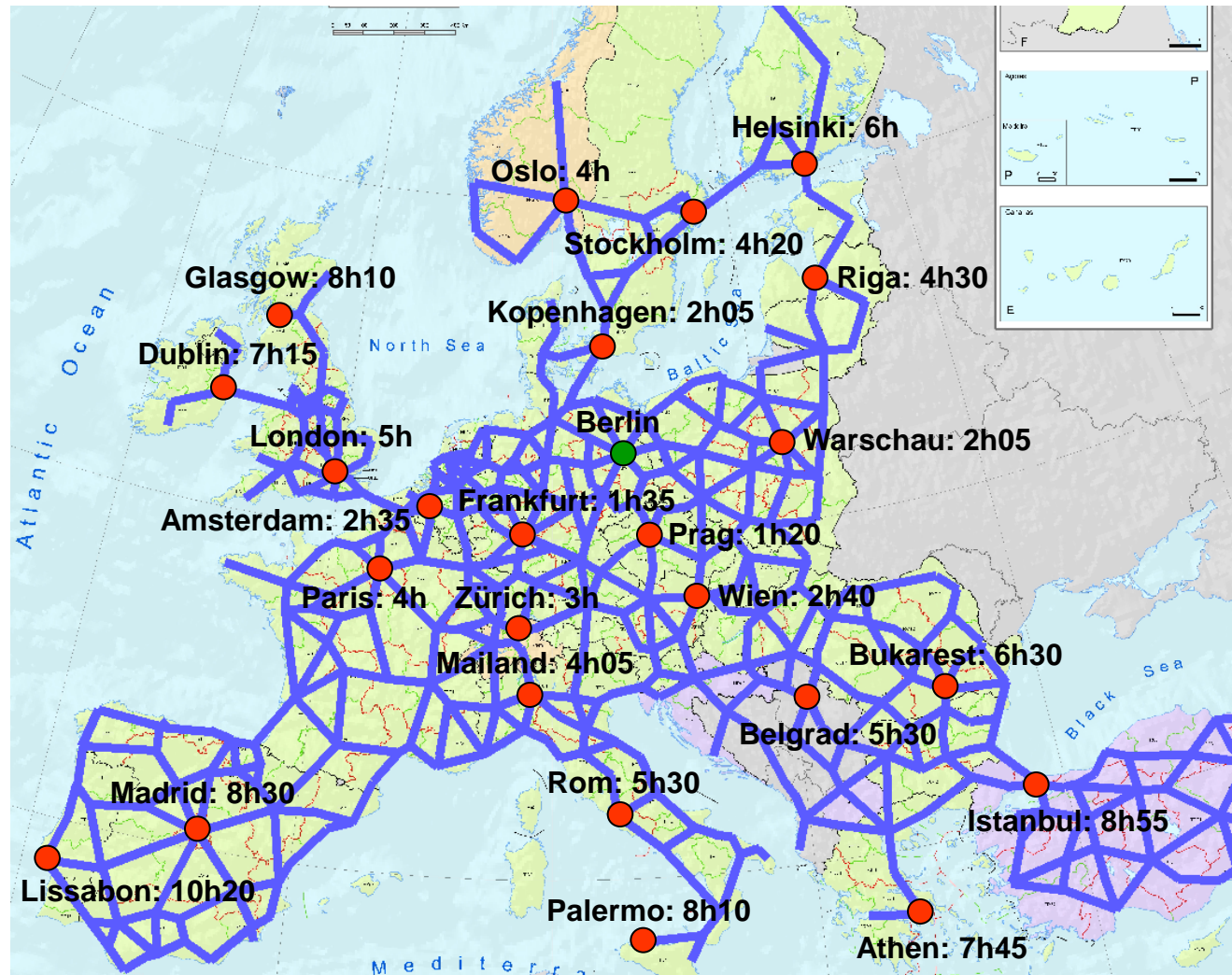


Szenario NGT Maximalnetz





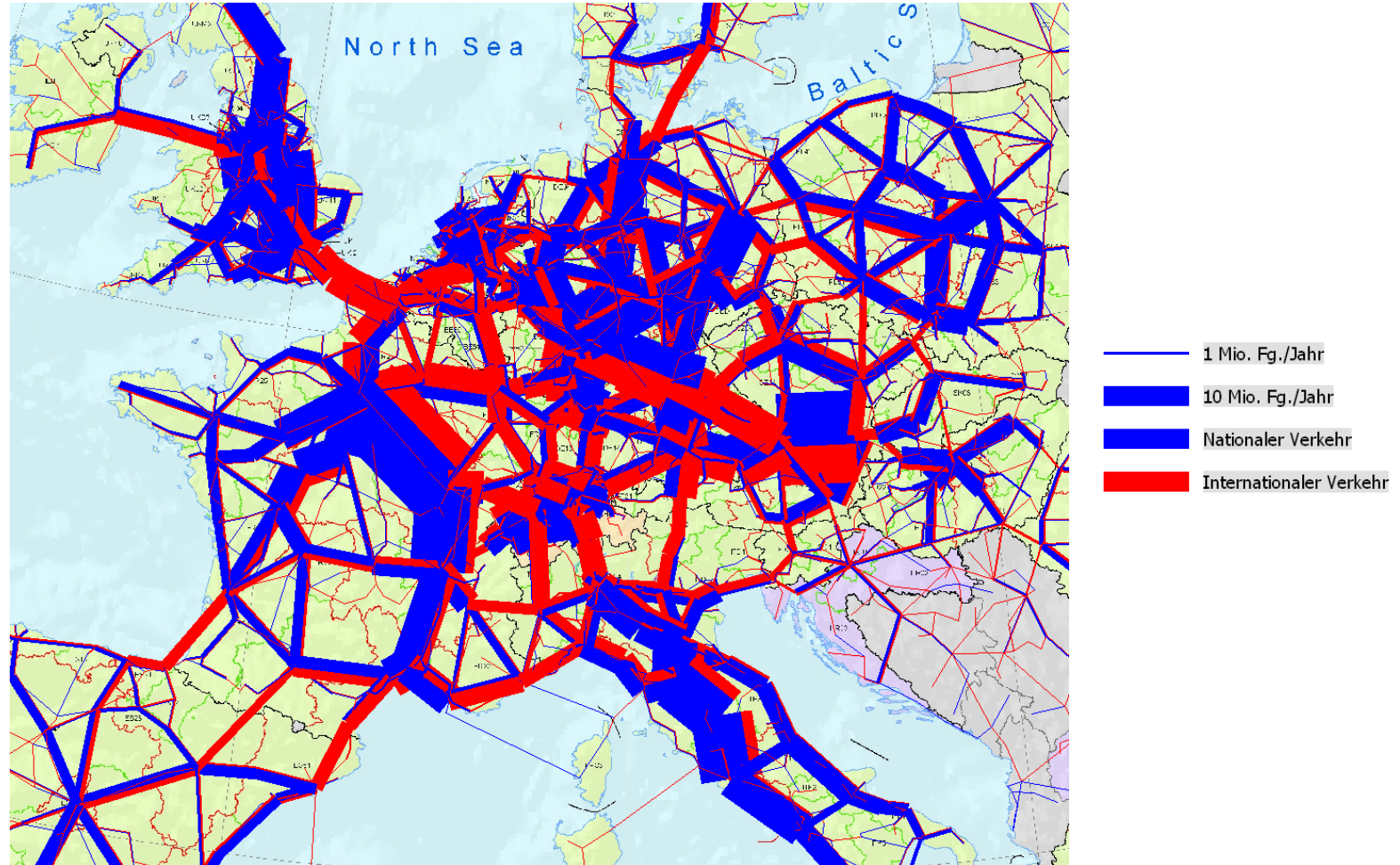
Szenario NGT Maximalnetz





Szenario NGT Maximalnetz

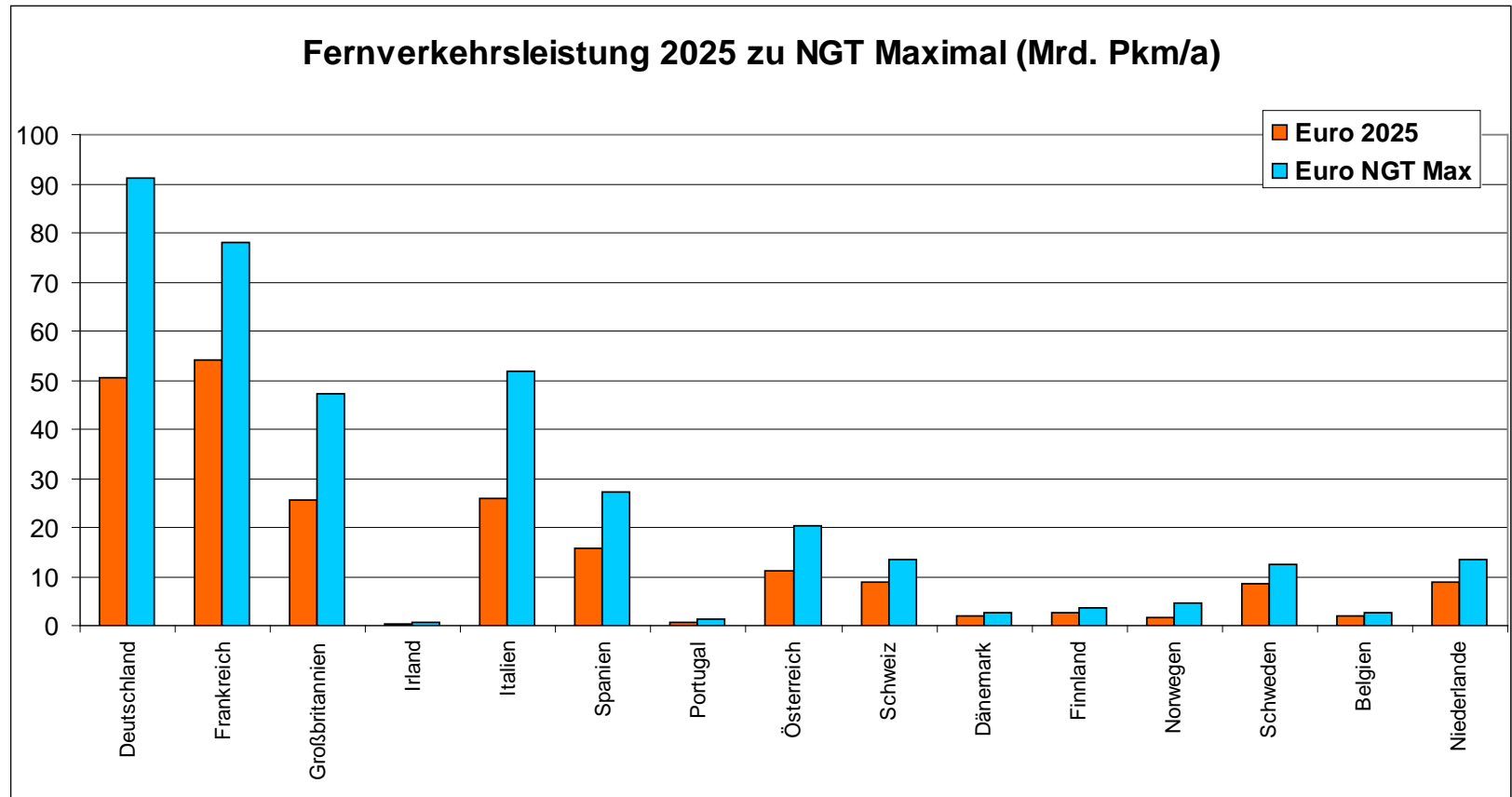
Streckenbelastungen





Szenario NGT Maximalnetz

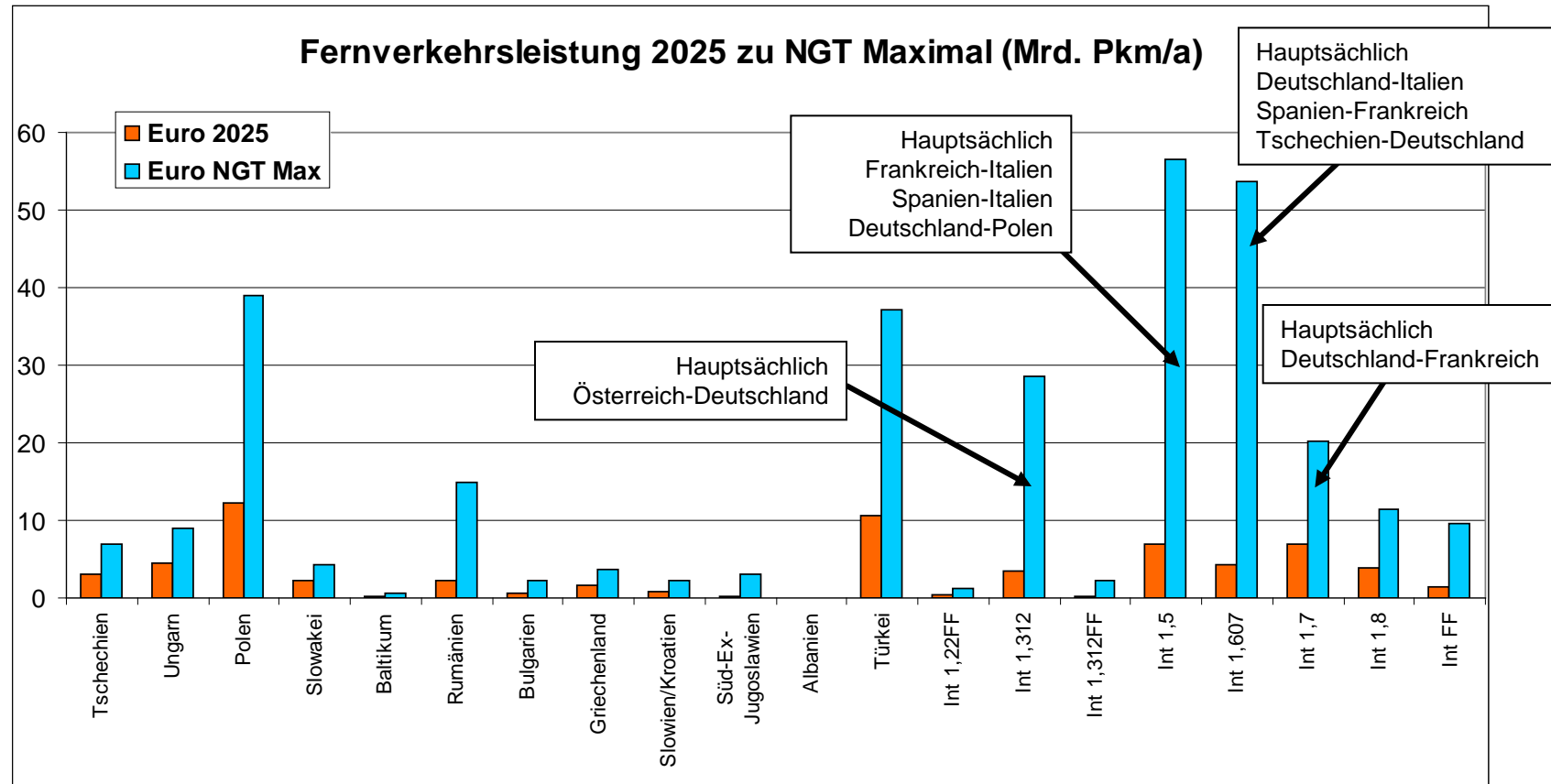
Verkehrsleistung im Vergleich zu 2025





Szenario NGT Maximalnetz

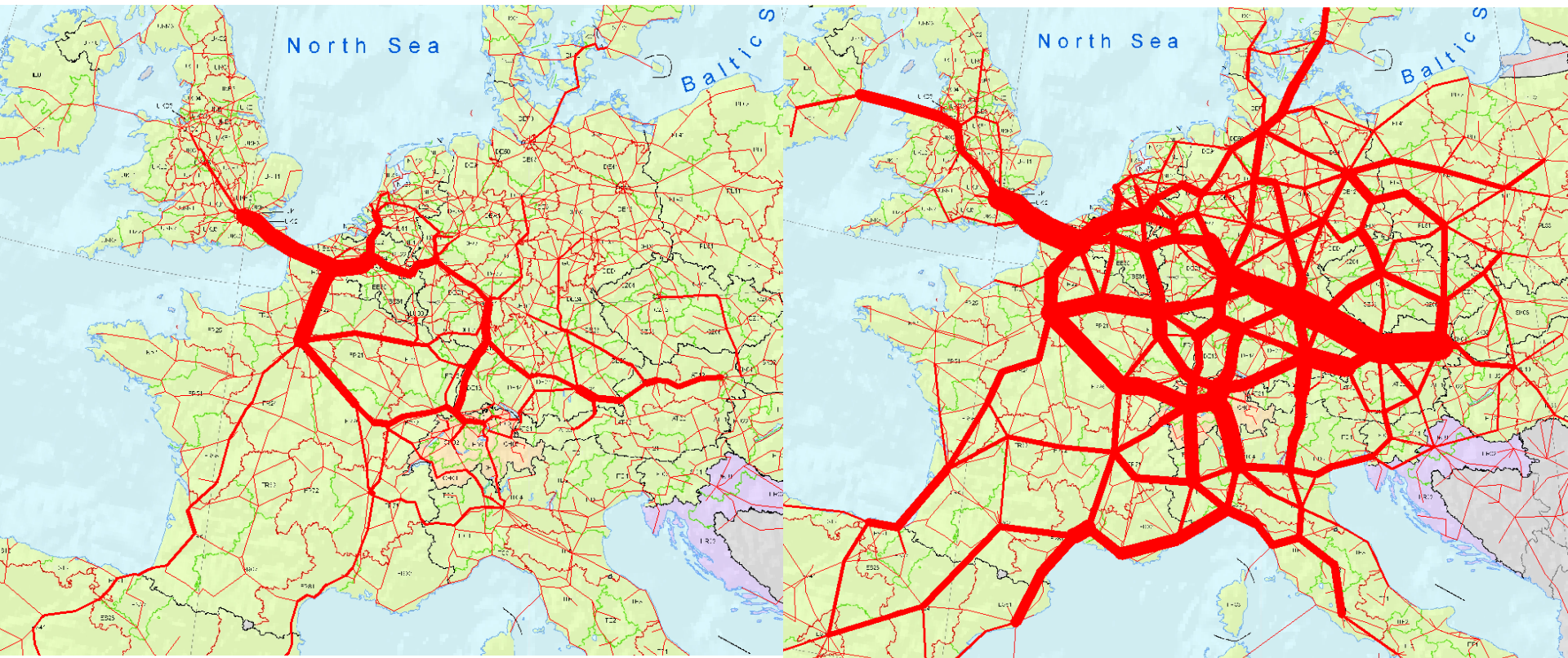
Verkehrsleistung im Vergleich zu 2025





Szenario NGT Maximalnetz

Entwicklung des internationalen Verkehrs



2025

NGT Maximalnetz

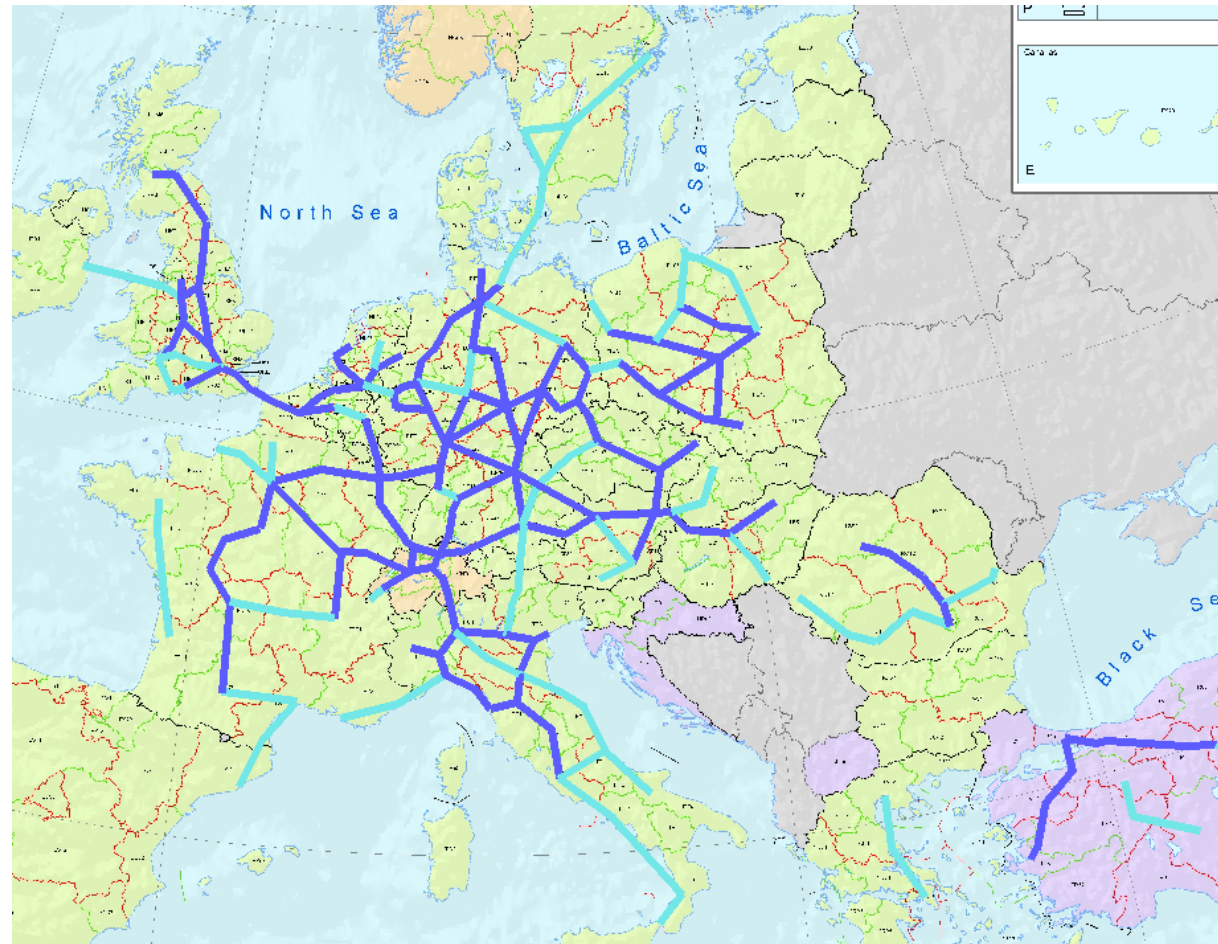


Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Empfehlenswertes NGT-Netz

- Dunkelblau: mit hoher Wahrscheinlichkeit sinnvoll
- Hellblau: zu prüfen
- Sehr viel Potenzial in Deutschland
- In Frankreich und Italien ergänzende Strecken
- Polen, Rumänien, Türkei besitzen Potenzial im nationalen Verkehr
- Kein Potenzial für neue Strecken in Spanien





Zusammenfassung

- Next Generation Train (NGT) ermöglicht die Verlagerung von Flugverkehr auch bei Entfernungen *bis 1.000 km*
- Wichtiges Ziel des Fahrzeugkonzepts des NGT ist die Verringerung des *spezifischen Energieverbrauchs*
- Für die Strecke Paris-Wien zeigte sich, dass in Deutschland *kürzere Halteabstände* mehr Nutzen bringen
- Für die Ausschöpfung des Potenzials sind *durchgehende* Hochgeschwindigkeitsstrecken erforderlich (Bsp. ES, DE)
- *Dichter Takt* ermöglicht durch passende Linienplanung deutliche Steigerung der Reisegeschwindigkeit (Bsp. UK)
- Flächendeckendes Netz für 400 km/h bewirkt in Westeuropa *Verdoppelung* der nationalen *Fernverkehrsleistung*, Vervielfachung der in Polen, Rumänien, Türkei
- Versechsfachung der *internationalen Verkehrsleistung* mit 400km/h-Hochgeschwindigkeitsstrecken, Hauptaufkommen auf deutschem Territorium



Vielen Dank für Ihr Interesse!

Kontakt:

Tilo Schumann

DLR Institut für Verkehrssystemtechnik

Tilo.Schumann@dlr.de

Tel: 0531/295-3506





Backup

- Warum Hochgeschwindigkeit? - Beispiel Spanien
- Komplexität der Länder Europas (Modell 2010)
- Bedeutung des Fernverkehrs in Deutschland
- Infrastrukturmaßnahmen 2025
- Situation in Deutschland (Differenzplot, Erreichbarkeit)
- Empfehlenswertes NGT-Netz (Entwicklung internationaler Verkehr)

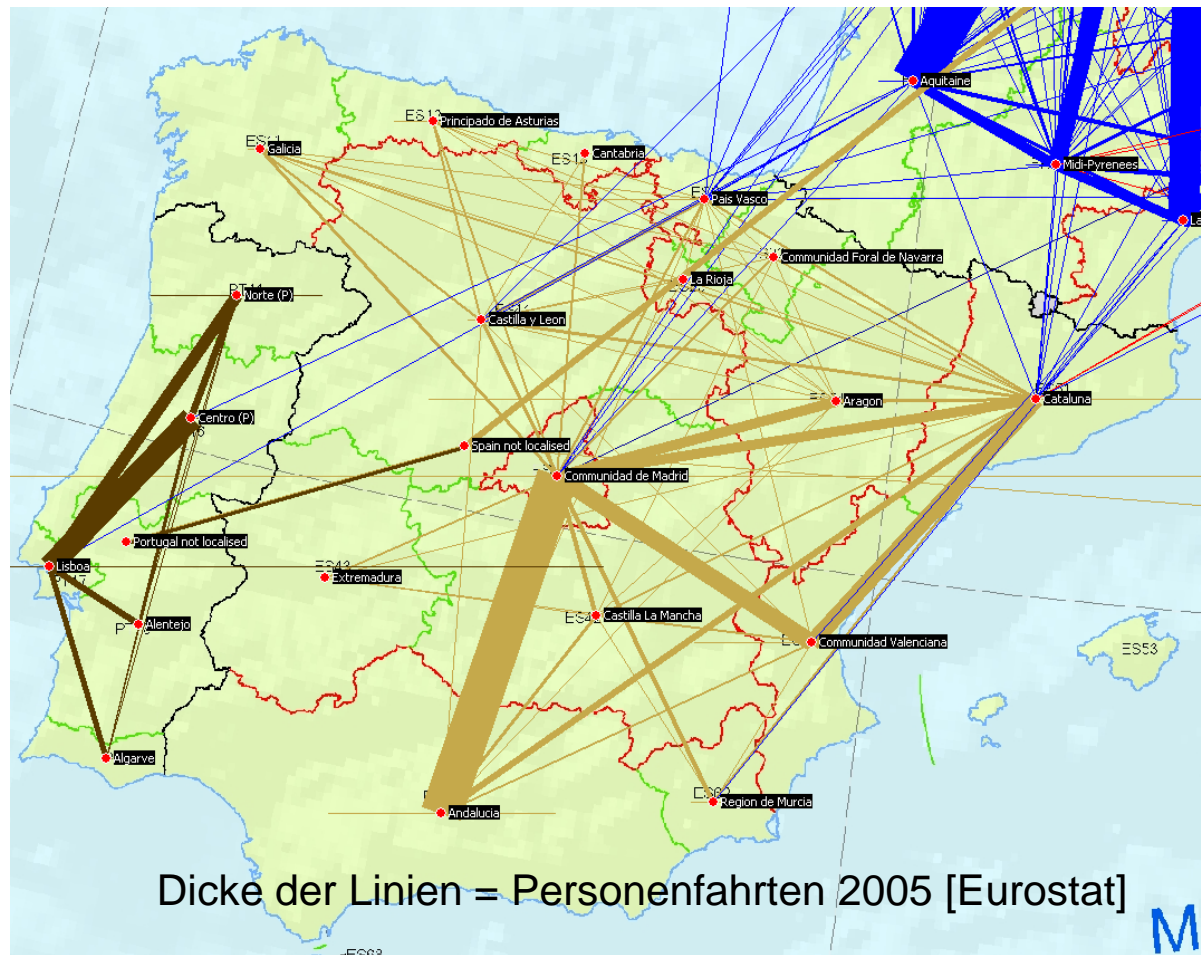




Warum Hochgeschwindigkeit?

Wiederbelebung des Systems Bahn

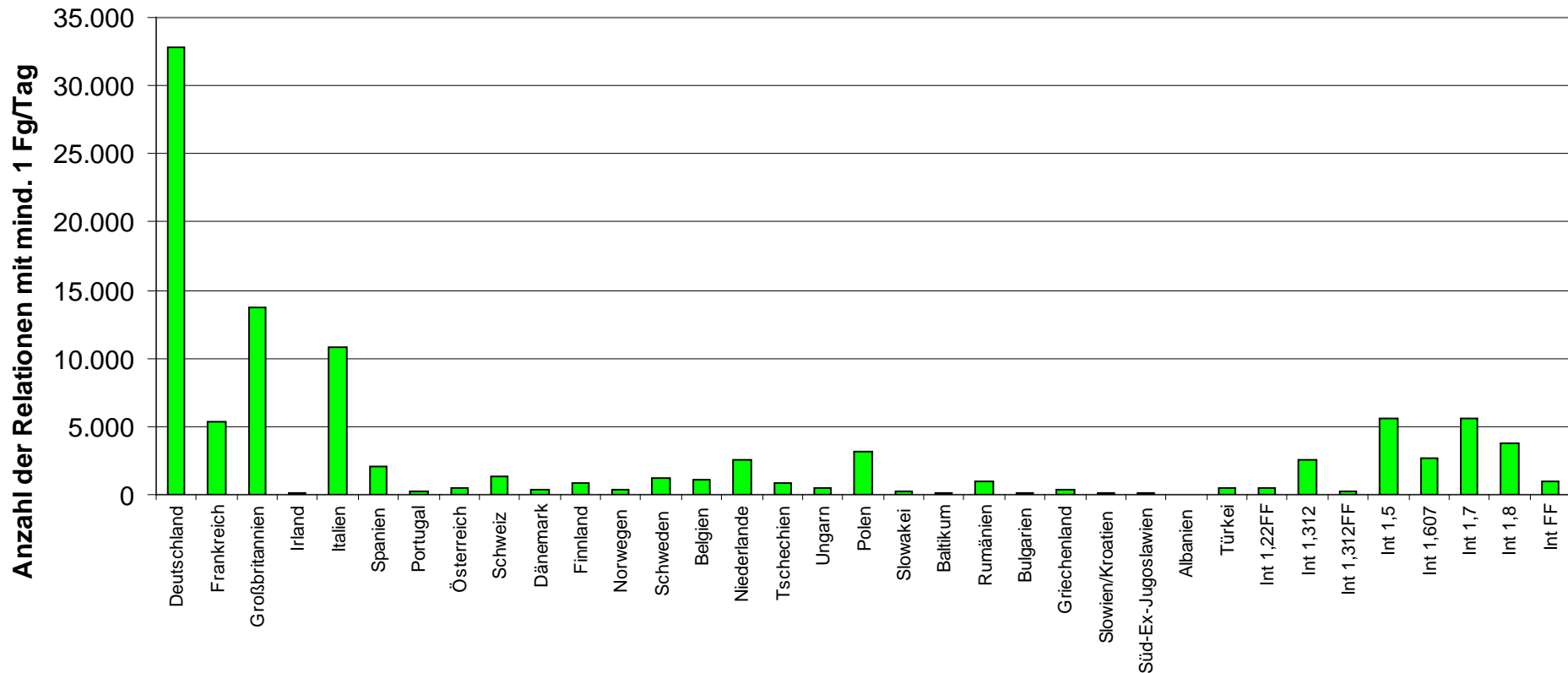
- Wirkung von SFS auf die Fahrgastnachfrage
- In Spanien war 2005 die wichtigste Verbindung die zwischen Madrid und Andalusien
- Madrid-Sevilla war damals die einzige SFS





Komplexität der Länder Europas im FV

Komplexität der Länder Europas (2010)

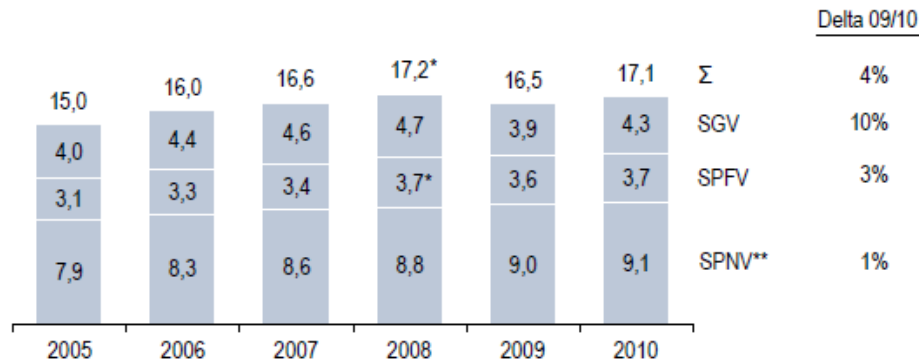




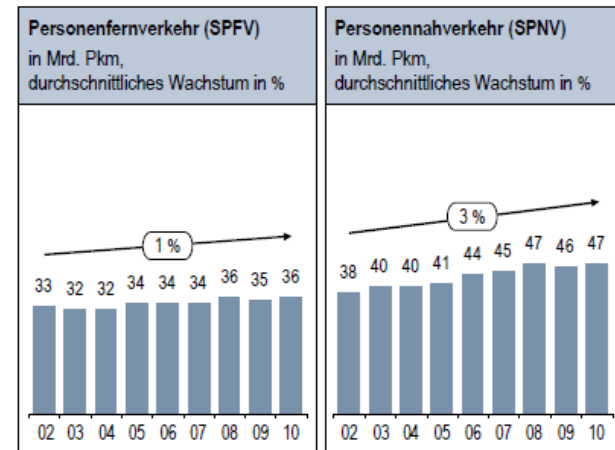
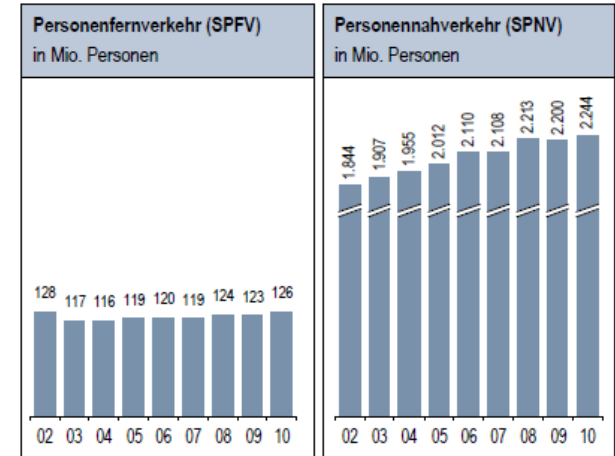
Bedeutung des SPFV in Deutschland

➤ Quelle: Bundesnetzagentur,
Marktuntersuchung Eisenbahn 2011

Umsatzentwicklung im Eisenbahnverkehrsmarkt
in Mrd. Euro



* Korrigierter Wert
 ** Inklusive Bestellerentgelte der Aufgabenträger
 Quelle: Bundesnetzagentur





Szenario Europa 2025

Infrastrukturmaßnahmen

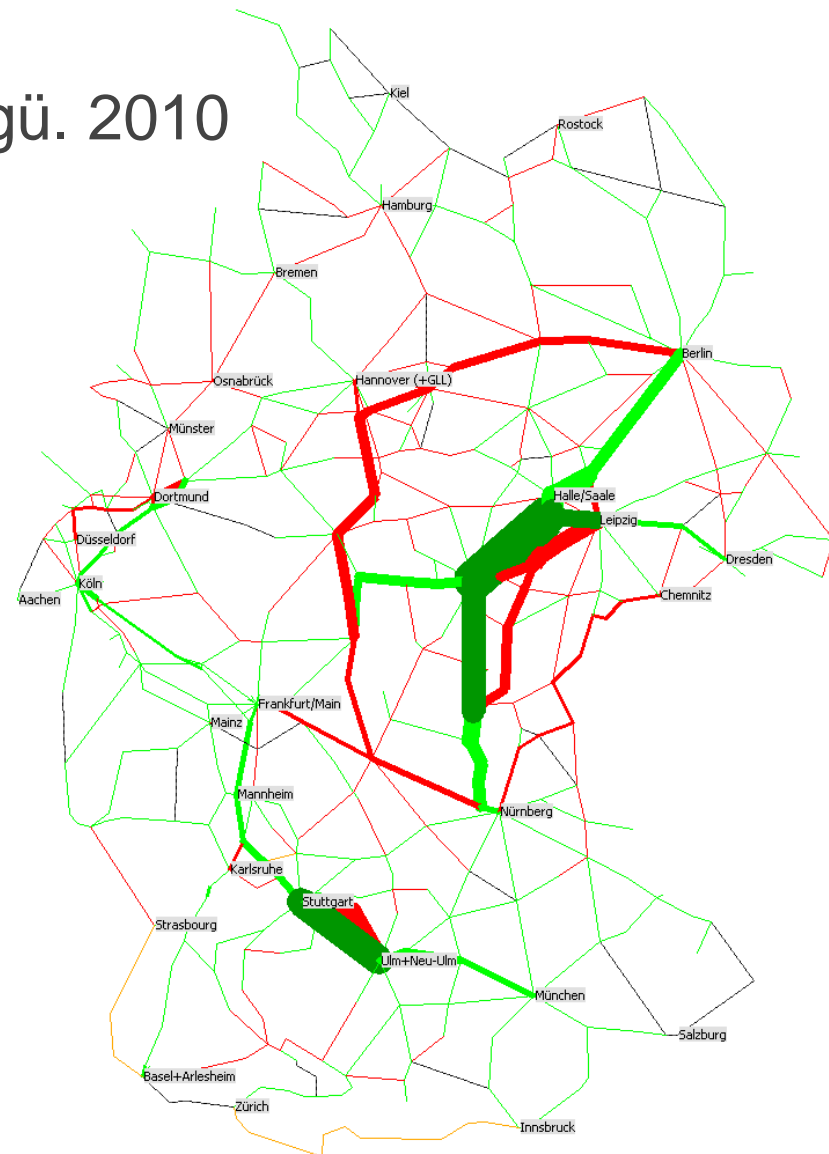
- Deutschland
 - NBS Leipzig-Erfurt
 - NBS Erfurt-Nürnberg
 - ABS Frankfurt-Fulda
 - NBS Stuttgart-Ulm
 - ABS Eisenbach-Erfurt
 - NBS Karlsruhe-Basel
 - NBS Frankfurt-Mannheim
 - ABS Riesa-Dresden
 - ABS Saarbrücken-Ludwigshafen
- Österreich
 - NBS Wien-St. Pölten
 - Wels-Attnang
 - Unterinntal
 - Koralmbahn
- Schweiz
 - Gotthard/Ceneri-Basistunnel
- Dänemark
 - Kopenhagen-Fredericia
 - Kopenhagen-Fehmarnbelt
- Griechenland
 - Tithorea-Domokos
- Italien
 - Treviglio-Brescia-Verona-Padua
- Polen
 - CMK-Strecke
- Portugal
 - Madrid-Lissabon
- Frankreich
 - LGV Est 2
 - LGV Bretagne
 - LGV Sud Atlantique
 - LGV Languedoc
 - LGV Rhin-Rhone Est 2 / Ouest / Sud
 - LGV Bordeaux-Toulouse
 - LGV Bordeaux-Irun
- Schweden
 - Katrineholm-Malmö (40%)
- Spanien
 - Madrid-Valencia
 - Madrid-Albacete
 - Valladolid-Leon-Oviedo
 - Olmedo-Zamora-Ourense-Santiago
 - Ourense-Vigo
 - Venta de Banos-Vitoria-Bilbao/Irun
 - Albacete-Xativa-Silla
 - La Encina-Alicante
 - Monforte del Cid-Murcia-Almeria
 - Sevilla-Cadiz/Antequera-Granada
- Türkei
 - Inönü-Bursa
 - Eskisehir-Istanbul
 - Ankara-Sivas
 - Ankara-Izmir
- Großbritannien
 - High Speed 2



Szenario 2025

Entwicklung in Deutschland ggü. 2010

- Große Steigerung durch SFS Halle/Leipzig-Erfurt
- Berlin-Hessen profitiert davon, Rückgang auf der aktuellen Route um ca. 10.000 Fg./Tag
- Von SFS Erfurt-Nürnberg profitiert der Verkehr Berlin/Mitteldeutschland – Bayern
- Rückgänge auf Strecke über Jena und Dresden-Nürnberg
- SFS Stuttgart-Ulm beschleunigt Frankfurt-München und bewirkt Rückgang auf Würzburger Strecke um ca. 4.000 Fg./Tag

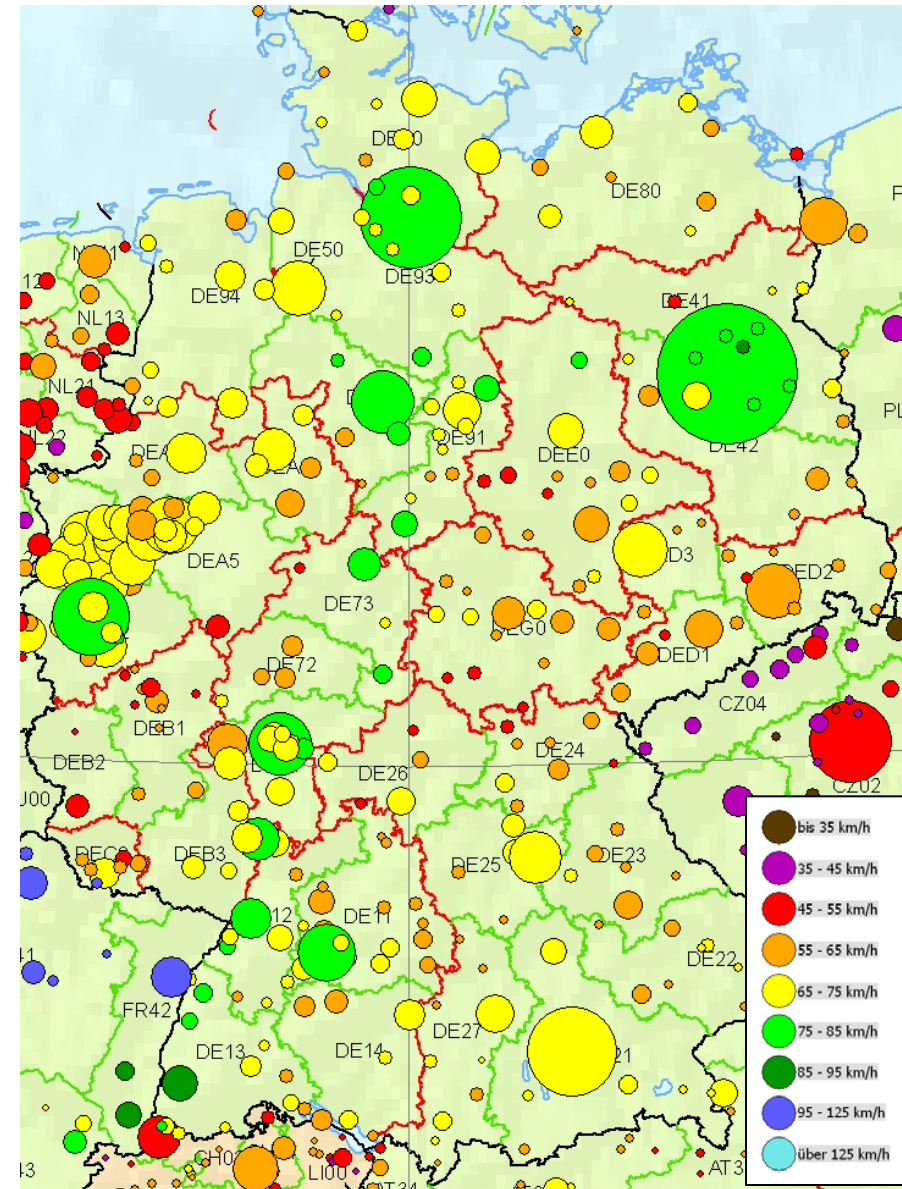




Modell 2010

Erreichbarkeit der Städte

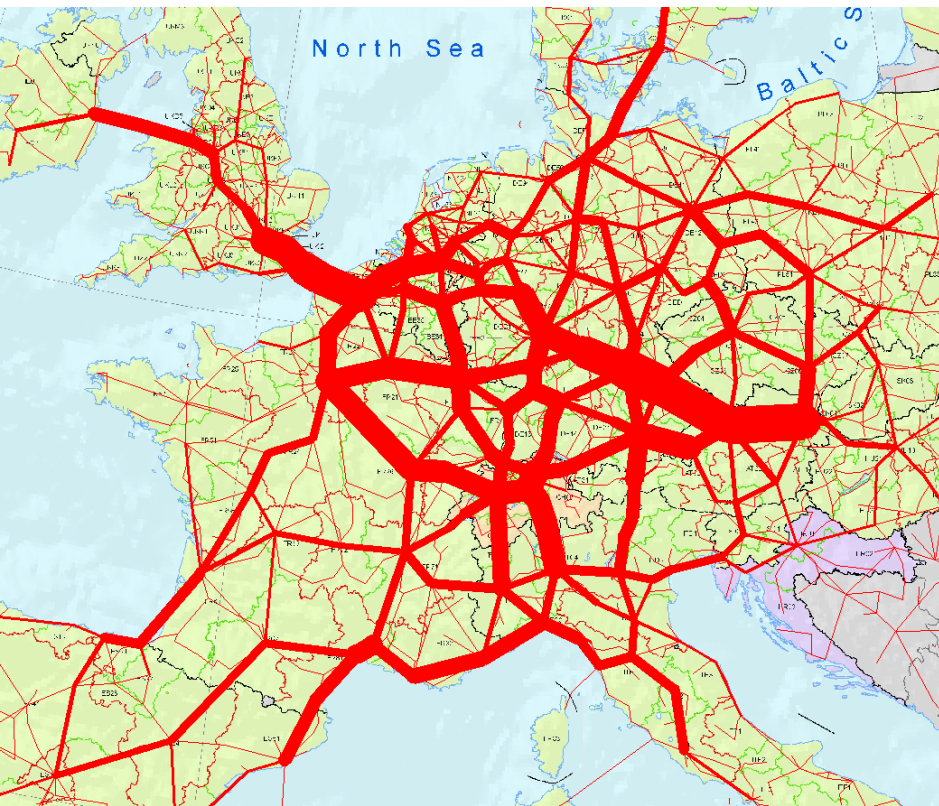
- Mittlere Reisegeschwindigkeit von einer Stadt zu allen anderen Städten
- Gewichtet mit Anzahl der Fahrgäste
- Beinhaltet mittlere Zu-/Abgangszeiten in der Stadt
- Berechnet über Luftlinienentfernung
- Großstädte:
 - Vorn: Freiburg 86,3 km/h
 - Hinten: Siegen 51,7 km/h



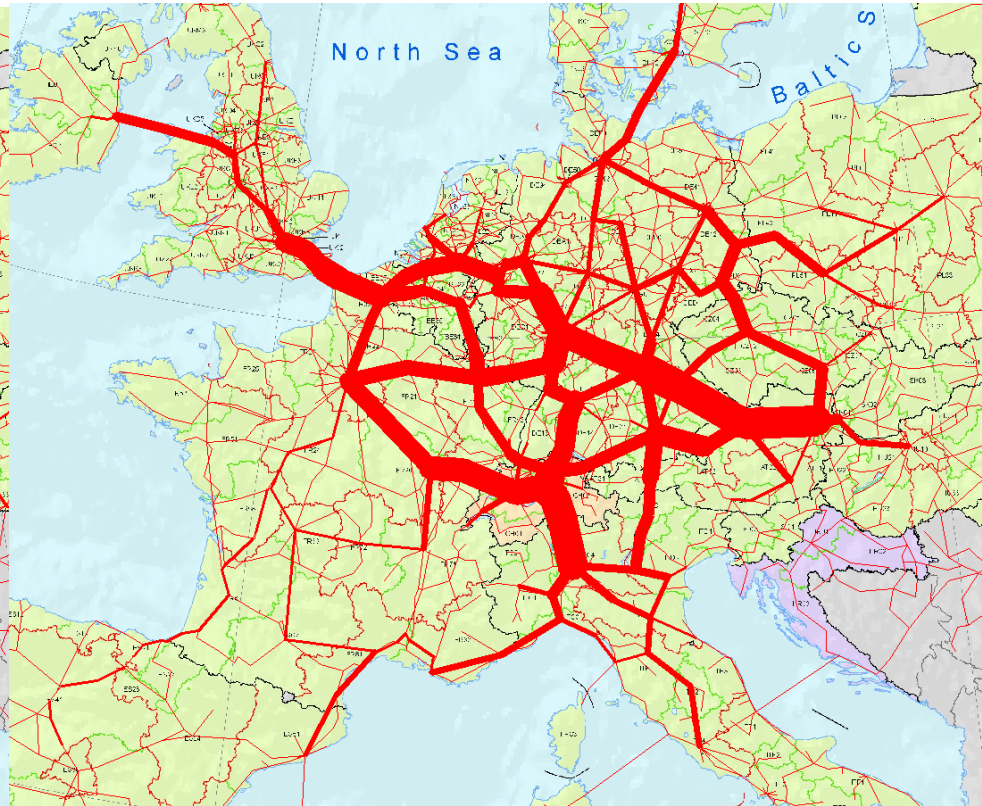


Empfehlenswertes NGT-Netz

Entwicklung des internationalen Verkehrs



NGT Maximalnetz



NGT Empfehlenswertes Netz

